

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΑΣ & ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τοπογραφική αποτύπωση κοινόχρηστων
χώρων του Δήμου Παπάγου - Χολαργού

Κόντη Σοφία ΑΜ: 509130750227

Επιβλέπωντας καθηγητής: Εμμανουήλ Κ. Οικονόμου

Επιτροπή Αξιολόγησης
Βασίλειος Ανδριτσάνος Σπυρίδων Ντζουροπάνος

ΑΘΗΝΑ ΜΑΡΤΙΟΣ 2021

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Κόντη Σοφία, Φεβρουάριος, 2020-2021

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ/ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Κόντη Σοφία του Μιχάλη, με αριθμό μητρώου 509130750227, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα Κόντη Σοφία



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με θέμα «Τοπογραφική αποτύπωση κοινόχρηστων χώρων του Δήμου Παπάγου-Χολαργού» πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Τμήμα Μηχανικών Τοπογραφίας και Γεωπληροφορικής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Στο σημείο αυτό αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τις ειλικρινείς και θερμές ευχαριστίες μου σε όσους συνέλαβαν στην ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

Πρώτα απ'όλα, τον επιβλέποντα καθηγητή μου Εμμανουήλ Οικονόμου για την συνεχή καθοδήγηση, την αμέριστη υποστήριξη, τις ουσιώδεις συμβουλές, καθώς και την αδιάκοπη συμπαράσταση και ενθάρρυνση που μου παρείχε σε όλο αυτό το διάστημα.

Τους καθηγητές Β. Ανδριτσάνο και Σπ. Ντζουροπάνο που δέχτηκαν να είναι μέλη της τριμελούς επιτροπής εξέτασης.

Επιπλέον τις μηχανικούς της τεχνικής υπηρεσίας του Δήμου Παπάγου-Χολαργού, την κ. Πετροπούλου και την κ. Αντωνοπούλου που μας έδωσαν στοιχεία σχετικά με τον Δήμο.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, την αγαπημένη μου φίλη και συνάδελφο μου Μαρία Μαργέτη για όλη την βοήθεια της λόγω των κοινών επίγειων μετρήσεων και την πολύτιμη βοήθεια του απόφοιτου της σχολής μας Ηρακλή Ιγνατιάδης. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω όλους εκείνους που με έμαθαν να «προσπερνώ» και βοήθησαν να γίνουν «ανεκτοί» οι συμβιβασμοί των τελευταίων χρόνων: την οικογένεια μου, του φίλους μου και τους συναδέλφους μου. Σε αυτούς που με την καθημερινή τους συμπαράσταση, την υπομονή τους και την θετική τους σκέψη, συνέλαβαν στην εκπλήρωση του στόχου μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η «Τοπογραφική αποτύπωση κοινόχρηστων χώρων του Δήμου Παπάγου-Χολαργού» με σκοπό τον έλεγχο του εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου καθώς και την χρήση των σχεδίων για μελλοντικές εργασίες και βελτιώσεις των εγκαταστάσεων του Δήμου.

Η τοπογραφική αποτύπωση έγινε με χρήση ολοκληρωμένου γεωδαιτικού σταθμού (Total Station) αλλά και με την χρήση επίγειων δορυφορικών δεκτών, προσδιορίζοντας την ακριβή θέση χαρακτηριστικών σημείων με στόχο την σύνταξη τοπογραφικού σχεδίου εξαρτώμενου στο Ελληνικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ 87. Η εργασία μας είναι δομημένη σε έξι κεφάλαια ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η ιστορική αναδρομή της περιοχής μελέτης καθώς και τα δημογραφικά στοιχεία του Δήμου Παπάγου-Χολαργού. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το απαραίτητο θεωρητικό υπόβαθρο για την πραγματοποίηση της αποτύπωσης. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται διεξοδικά οι μέθοδοι αποτυπώσεων που ακολουθήθηκαν για την ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας και ο εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε. Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλες οι εργασίες πεδίου που έγιναν για τα οικοδομικά τετράγωνα που αποτυπώθηκαν. Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται οι εργασίες γραφείου που πραγματοποιήθηκαν για την σύνταξη των τελικών σχεδίων. Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα τελικά συμπεράσματα και τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν κατά τη διάρκεια της αποτύπωσης των περιοχών και της απόδοσης των τοπογραφικών σχεδίων.

ABSTRACT

The subject of this thesis is the "Topographic survey public areas of the Municipality of Papagou-Cholargos". in order to check the approved road plan as well as for the use of the plans for future work and improvements of the facilities of the Municipality.

The topographic survey was done with a complete geodetic station (Total Station) but also with the use of terrestrial satellite receivers, determining the exact location of characteristic points in order to compile a topographic plan dependent in the Greek reference system GGRS 87. Our work is structured in six chapters as follows:

The first chapter presents the historical background of the study area as well as the demographic data of the Municipality. The second chapter presents the necessary theoretical background for the realization of the mapping. The third chapter analyzes in detail the capture methods used to complete this work and presents the equipment used. The fourth chapter presents all the field work done for the building blocks that were surveyed. The fifth chapter mentions the office work carried out for the compilation of the final topographic plans. The sixth and last chapter presents the final conclusions and the problems that occurred during the mapping of the areas and the rendering of the topographic plans.

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ.....	8
1.1. Γεωγραφικά στοιχεία	8
1.1.1. Ιστορικά στοιχεία Δήμου Παπάγου-Χολαργού	8
1.1.2. Ιστορική και πολεοδομική αναδρομή Χολαργού.....	9
1.1.3. Ιστορική και πολεοδομική αναδρομή Παπάγου	11
1.2. Πληθυσμιακά στοιχεία	12
1.3. Περιβαλλοντικά Στοιχεία.....	13
1.3.1. Ανάγλυφο-Γεωμορφολογία.....	13
1.3.2. Κλίμα.....	13
1.3.3. Ορεινός όγκος Υμηττού	14
1.4. Τιμή ζώνης.....	15
2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	17
2.1. Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87)	17
2.2. HEPOS.....	17
2.3. Το δορυφορικό σύστημα Atlas.....	20
2.4. CivilShop CORS Network.....	21
2.5. Δορυφορικά συστήματα εντοπισμού	22
2.5.1. Δορυφορικό σύστημα GPS.....	22
2.5.2. Δορυφορικό σύστημα GLONASS	23
2.5.3. Δορυφορικό σύστημα GALILEO.....	23
2.5.4. Δορυφορικό σύστημα ΒΕΙΔΟΥ (COMPASS)	24
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	25
3.1. Μεθοδολογία Αποτύπωσης	25
3.1.1. Μέθοδοι μετρήσεων με δορυφορικούς δέκτες GNSS	25
3.1.2. Θεμελιώδη προβλήματα της Τοπογραφίας.....	28
3.1.3. Τοπογραφικές μέθοδοι μετρήσεων με γεωδαιτικό σταθμό.....	31
3.2. Εξοπλισμός Και Τεχνικές Προδιαγραφές	36
3.2.1. Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός Stonex R25/ R25LR	37
3.2.2. Δέκτης GNSS Stonex S10A ATLAS	39
3.2.3. Δέκτης GNSS S9 III	40
3.2.4. Βοηθητικός εξοπλισμός.....	42
4. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ	43

4.1.	Αναγνώριση της περιοχής μελέτης	43
4.2.	Τοπογραφική Αποτύπωση	49
4.2.1.	Ίδρυση / Εγκατάσταση τριγωνομετρικών σημείων	50
4.2.2.	Εξάρτηση από το Εθνικό δίκτυο αναφοράς	59
4.2.3.	Μετρήσεις με GNSS δέκτη – Σχετικός Στατικός και Κινηματικός Εντοπισμός	62
4.2.4.	Μετρήσεις με Γεωδαιτικό σταθμό –Ταχυμετρία	64
5.	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ	66
	Απόδοση μετρήσεων - σχεδίαση	66
5.1.	Εξαγωγή των μετρήσεων.....	66
5.2.	Επίλυση στατικών μετρήσεων	69
5.3.	Επίλυση των Οδεύσεων	73
5.4.	Επίλυση Ταχυμετρίας.....	76
5.5.	Απόδοση σχεδίων.....	77
5.6.	Παρουσίαση τελικών σχεδίων	98
6.	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
6.1.	Προβλήματα	105
6.2.	Συμπεράσματα	105
7.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	107

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τοπογραφία είναι η επιστήμη που γεννήθηκε από την ανάγκη απεικόνισης της μορφής τμημάτων της γήινης επιφάνειας, με περιορισμένη έκταση. Ασχολείται με:

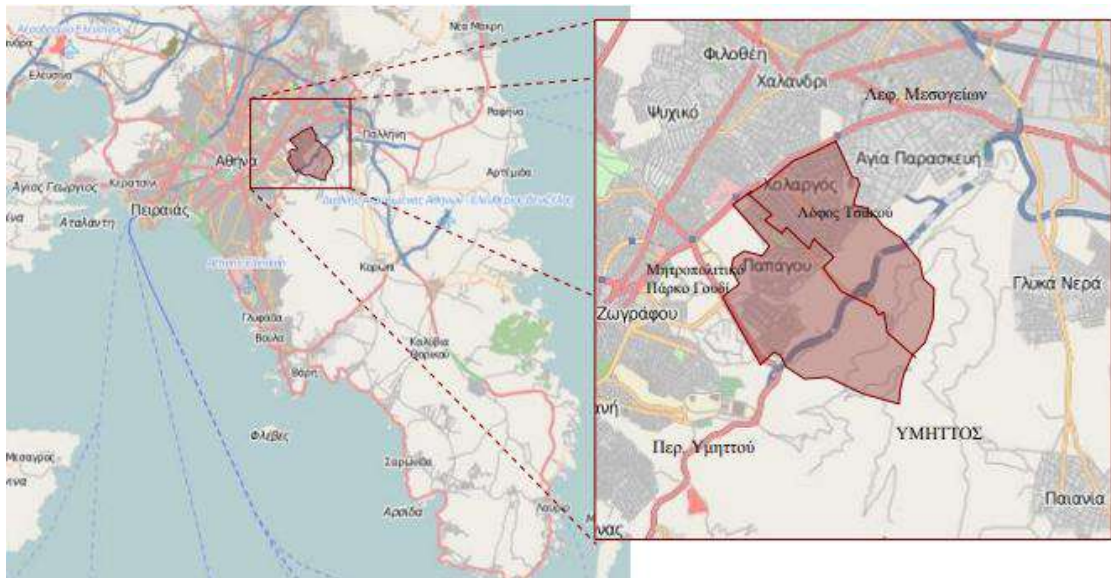
- τις μεθόδους και τεχνικές μετρήσεων, κυρίως γεωμετρικών μεγεθών π.χ. γωνιών, αποστάσεων και υψομετρικών διαφορών, σε σημεία ή μεταξύ σημείων στη γήινη επιφάνεια, πάνω ή κάτω απ' αυτήν αλλά σε μια περιορισμένη γήινη έκταση.
- την λειτουργία και την χρήση των τοπογραφικών οργάνων με τη βοήθεια των οποίων γίνονται οι μετρήσεις ή και μέρος των υπολογισμών.
- την επεξεργασία των μετρήσεων και τους υπολογισμούς για τον προσδιορισμό της θέσης των σημείων ως προς κάποιο σύστημα αναφοράς η και της σχετικής θέσης μεταξύ τους. Οι θέσεις αυτές εκφράζονται συνήθως από τις συντεταγμένες των σημείων με αναφορά πάντοτε ένα κατάλληλα ορισμένο σύστημα αναφοράς. Παρόμοιοι υπολογισμοί αφορούν γραμμικά και γωνιακά μεγέθη εμβαδά και όγκους γεωμετρικών μορφών.
- την απεικόνιση της γήινης έκτασης σε κλίμακα υπό μορφή χάρτη.
- τις χαράξεις, δηλαδή την υλοποίηση στο έδαφος ευθυγραμμίων, καμπυλών και εν γένει γεωμετρικών στοιχείων που έχουν προηγουμένως προσδιοριστεί από κάποια μελέτη.
- τη μελέτη της διαχρονικής μεταβολής χαρακτηριστικών σημείων ή εκτάσεων ή κατασκευών με ιδιαίτερο ενδιαφέρον π.χ. μικρομετακινήσεις του φλοιού της γης, φραγμάτων, γεφυρών και μεγάλων οικοδομικών κατασκευών.

Το τελικό αποτέλεσμα μιας τοπογραφικής αποτύπωσης είναι η λεπτομερής απεικόνιση του γήινου ανάγλυφου σε μορφή χάρτη, η οποία γίνεται με κάποιο συστηματικό τρόπο ώστε να αποδοθεί η οριζοντιογραφική και υψομετρική πληροφορία που σχετίζεται με τα γεωμετρικά φυσικά ή τεχνικά χαρακτηριστικά του. Ο χάρτης αυτός ονομάζεται τοπογραφικός χάρτης και σε μεγάλες κλίμακες τοπογραφικό διάγραμμα. Η διαδικασία της συλλογής των δεδομένων με μετρήσεις στην ύπαιθρο, η επεξεργασία τους και η απόδοσή τους λέγεται τοπογραφική αποτύπωση ή τοπογραφική χαρτογράφηση.

1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

1.1. Γεωγραφικά στοιχεία

Ο Δήμος Παπάγου-Χολαργού βρίσκεται στα βορειοανατολικά του Δήμου της Αθήνας, στους βορειοδυτικούς πρόποδες του Υμηττού. Ανήκει στην Περιφέρεια Αττικής και ειδικότερα στην Περιφερειακή Ενότητα Βορείου Τομέα Αθηνών (Εικόνα 1). Έχει έκταση 10,34 τ.χλμ. και μόνιμο πληθυσμό 44.539 κατοίκους . Ειδικότερα η δημοτική κοινότητα Παπάγου έχει 6,39 τ.χλμ. και η δημοτική κοινότητα Χολαργού έχει 3,95τ.χλμ. Τα νοτιοανατολικά όρια του Δήμου καθορίζονται από τον ορεινό όγκο του Υμηττού. Η λεωφόρος Μεσογείων αποτελεί το βορειοδυτικό όριο του Δήμου κατά μήκος των όμορων Δήμων Αθηναίων, Φιλοθέης – Ψυχικού και Χαλανδρίου. Νοτιοδυτικά, ο Δήμος συνορεύει με τον Δήμο Αθηναίων αλλά και με όριο την λεωφόρο Κατεχάκη και τον Δήμο Ζωγράφου. Τέλος, στα Βορειοανατολικά όρια, ο Δήμος συνορεύει με την Αγία Παρασκευή.



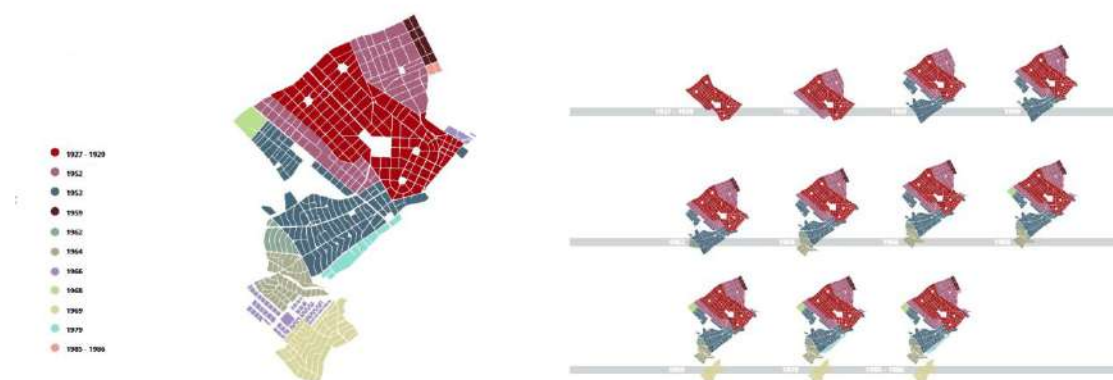
Εικόνα 1 Θέση του Δήμου Παπάγου - Χολαργού

1.1.1. Ιστορικά στοιχεία Δήμου Παπάγου-Χολαργού

Ο Δήμος Παπάγου-Χολαργού με έδρα τον Χολαργό , δημιουργήθηκε με την διοικητική μεταρρύθμιση του προγράμματος Καλλικράτη (ν.3852/ΦΕΚ 87Α/2010) και προέρχεται από την ένωση δύο πρώην δήμων, του Δήμου Παπάγου, (αναγνωρισμένου ως Δήμου από το 1982 με το Π.Δ.554/ΦΕΚ 98Α/1982) και του Δήμου Χολαργού, (αναγνωρισμένου ως Δήμου από το 1963 με το Β.Δ.212/ΦΕΚ 45Α/1963).

Η δημιουργία του παραδοσιακού οικισμού του Χολαργού χρονολογείται το 1930 όταν ο αγροτικός συνεταιρισμός «Ανώνυμη Εταιρία Αγροπόλεων» επεδίωξε να ιδρύσει ένα εξοχικό προορισμό στα όρια της παλαιάς Κοινότητας Χαλανδρίου, ενώ το 1950 δημιουργήθηκε ο οικισμός του Παπάγου από τον «Αυτόνομο Οικοδομικό Οργανισμό Αξιωματικών» (ΑΟΟΑ)

με σκοπό τη στεγαστική αποκατάσταση των Αξιωματικών και των Ανθυπασιτών των τριών Κλάδων των Ενόπλων Δυνάμεων, λόγω και των γειτονικών διοικητικών και στρατιωτικών εγκαταστάσεων.



Εικόνα 2 Διαδοχικές φάσεις πολεοδομικής εξέλιξης του Δήμου Πατάγου – Χολαργού

1.1.2. Ιστορική και πολεοδομική αναδρομή Χολαργού

Στην αρχαιότητα, ο σημερινός Χολαργός, αποτελούσε έκταση της περιφέρειας του αττικού Δήμου Φλύας. Αρχαιολογικά ευρήματα μαρτυρούν τον εποικισμό της περιοχής από την Πρωτοελλαδική περίοδο. Τα ευρήματα αυτά εντοπίζονται στους πρόποδες του Υμηττού, ενώ επόμενα μαρτυρούν την ύπαρξη ζωής κατά τους Κλασικούς και Ελληνιστικούς χρόνους. Πολλά ταφικά μνημεία χρονολογούνται στον 5ο και 4ο αιώνα π.Χ. Ενδείξεις ζωής υπάρχουν και από τα Ρωμαϊκά, τα Βυζαντινά και τα Μεταβυζαντινά χρόνια, ενώ κατά την Τουρκοκρατία η γη του Χολαργού παραμένει έρημη.

Η ονομασία Χολαργός δόθηκε προς τιμήν του αρχαίου ομώνυμου Δήμου, από τον οποίο καταγόταν ο φημισμένος Αθηναίος πολιτικός Περικλής, το όνομα του οποίου συνόδευε ο δήμος προέλευσής του, στην περίπτωση αυτή «Χολαργεύς».

Με δεδομένη την δυσκολία σαφή προσδιορισμού της θέσης ενός δήμου της αρχαίας Αθήνας, λόγω της ευρύτητας που χαρακτήριζε τις περιοχές που αναπτύχθηκαν οι αρχαίες αθηναϊκές φυλές, έχουν διατυπωθεί έως σήμερα πολλές απόψεις ως προς την ταύτιση ή μη της θέσης του σημερινού Χολαργού, με αυτήν του αρχαίου αττικού δήμου-γενέτειρα του Περικλή. Νεότερες φιλολογικές και αρχαιολογικές (βάσει επιγραφών) έρευνες εντοπίζουν την θέση του αρχαίου δήμου δυτικά του Κηφισού, κοντά στα Νέα Λιόσια, ίσως και το Καματερό.

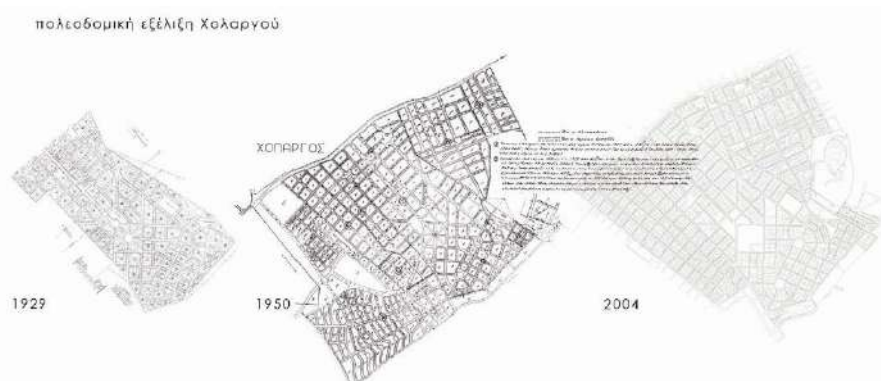
Το 1926, οι ιδρυτές του Χολαργού βασίστηκαν στα δεδομένα της εποχής ως προς τη θέση του αρχαίου δήμου-γενέτειρα του Περικλή και στο θέμα της επιλογής της ονομασίας για το νέο προάστιο έδωσαν έμφαση στην ιστορία και τον πολιτισμό, έχοντας το όραμα μια πόλης που θα ξεχώριζε σε όλα τα επίπεδα.

Γι' αυτόν τον λόγο, η κεντρικότερη οδική αρτηρία του Δήμου ονομάστηκε Λεωφόρος Περικλέους, ενώ το έμβλημα του πρώην Δήμου Χολαργού, πριν την συνένωση και την

σύσταση του καλλικρατικού δήμου, αναπαριστούσε την προτομή του Περικλή. Επίσης, στις 17 Ιουνίου 2004, επί Δημαρχίας Δημητρίου Νικολάου, πραγματοποιήθηκαν από τον τότε Πρόεδρο της Δημοκρατίας, Κωνσταντίνο Στεφανόπουλο, τα αποκαλυπτήρια του μεγαλύτερου παγκοσμίως ανδριάντα του Περικλή – έργο του γλύπτη Γεωργίου Καλακαλλά στην κύρια είσοδο της Λεωφόρου Περικλέους από την Λεωφόρο Μεσογείων.

Η ανοικοδόμηση του Χολαργού ξεκίνησε μετά την ίδρυση από τον Παναγιώτη Βουτσινά, της εταιρίας Αγροπόλεων με σκοπό την δημιουργία ενός εξοχικού προαστίου της Αθήνας. Στις 31 Μαρτίου 1926 εκδίδεται προεδρικό Διάταγμα με πρόταση του τότε υπουργού Γεωργίας Γ. Χαριτάκη "περί παροχής αδειάς συστάσεως εν Αθήναις Ανωνύμου Εταιρείας υπό την επωνυμία Ανώνυμος Εταιρεία Αγροπόλεων" και εγκρίσεως του Καταστατικού αυτής, με σκοπό, όπως ορίζεται μεταξύ άλλων στο άρθρο 4, και την "ίδρυση συνοικισμού, χρησιμοποιούμενου ως προαστίου των Αθηνών εντός ακτίνας δεκαπέντε χιλιομέτρων από της πρωτευούσης".

Ο μηχανικός Γ. Ευαγγελόπουλος εκπονεί την πολεοδομική μελέτη του νέου προαστίου, που εν τω μεταξύ έχει ονομασθεί Χολαργός. Το οριστικό σχέδιο εφαρμογής φέρει ημερομηνία 15 Σεπτεμβρίου 1928 και κινείται στα πρότυπα χάραξης εξοχικού οικισμού κηποπροαστίου, βασισμένο στην ιδέα της κηπούπολης, που είναι αισθητή στο σχεδιασμό αρκετών οικισμών της Αθήνας, όπως το Παλαιό Ψυχικό, η Εκάλη, η Φιλοθέη και η Κηφισιά.



Εικόνα 3 Πολεοδομική εξέλιξη Χολαργού

Σύμφωνα με το σχέδιο, η όλη περιοχή που αποτελείτο από χωράφια, αμπέλια και δασική έκταση, κατενεμήθη σε εκατό οικοδομικά τετράγωνα και περιελάμβανε, χώρο αγοράς εκεί που σήμερα βρίσκεται η Πλατεία Δημοκρατίας, θέση Ναού Φανερωμένης, χώρο Διδακτηρίων, χώρο ανέγερσης Δημοτικού Καταστήματος, γυμναστήριο και κεντρικό άλσος. Έτσι άρχισε η Νεότερη Ιστορία του Χολαργού και η άμεση ανοικοδόμησή του, ως διοικητικό τμήμα του Χαλανδρίου.

Πρώτος οικιστής του νέου προαστίου ήταν ο ιδρυτής του, Παναγιώτης Βουτσινάς, ο οποίος έκτισε διώροφη έπαυλη στην συμβολή των οδών Περικλέους και Ευριπίδου. Η τελευταία τιμητικά μετονομάσθηκε σε οδό Π. Βουτσινά με απόφαση του Κοινοτικού Συμβουλίου Χολαργού στις 10 Αυγούστου 1937. Τα πρώτα σπίτια κτίζονται και αρχίζει να δημιουργείται η κοινωνία των Χολαργιωτών. Ο Χολαργός μεγαλώνει και το 1933 αποσπάται από το Χαλάνδρι και ανακηρύσσεται αυτόνομη Κοινότητα.

Στα χρόνια του πολέμου του '40, μονάδα του ιταλικού στρατού καταλαμβάνει τον Χολαργό και εγκαθιστά το αρχηγείο της στην έπαυλη του ζεύγους Σαλίγκαρου, τους οποίους και διώχνει. Η έπαυλη αυτή υπάρχει και σήμερα επί των οδών Αετιδέων και Πολυμνίας, βρίσκεται δε στην ιδιοκτησία του Δήμου, όπου διατηρείται ιστορικό αρχείο με φωτογραφίες της περιοχής.

Μετά τους Ιταλούς έρχονται οι Γερμανοί, που επιτάσσουν και άλλα οικήματα όπως την έπαυλη του ποιητή Κ. Κοκρόροβιτς και η ανοικοδόμηση του Χολαργού σταματά, ενώ το καταστροφικό έργο των κατακτητών απλώνεται σε όλη την περιοχή. Η Απελευθέρωση βρίσκει τον Χολαργό σε άσχημη κατάσταση. Σιγά σιγά όμως αρχίζει ξανά η αναδημιουργική πορεία του. Ο Χολαργός ανοικοδομείται από τις στάχτες του, με τους κατοίκους του να στρέφονται στο μικρεμπόριο ώστε να μπορέσουν να σταθούν στα πόδια τους και να ξανακτίσουν την πόλη που τόσο αγάπησαν. Δημιουργείται ένα μικρό εμπορικό κέντρο γύρω από την πλατεία Μεταξά - σήμερα πλατεία Δημοκρατίας - και τα πρώτα καταστήματα κάνουν την εμφάνισή τους. Δημόσιες υπηρεσίες, πλην της Κοινότητας, δεν υπάρχουν και ο Χολαργός υπάγεται στις αντίστοιχες στο Χαλάνδρι ή την Αγία Παρασκευή.

Η πραγματική ανοικοδόμηση του Χολαργού αρχίζει ουσιαστικά μετά το 1960. Η δόμηση αυξάνεται σε μεγάλο βαθμό όταν ο επιτρεπόμενος συντελεστής δόμησης γίνεται 1,40 και οι επιτρεπόμενοι όροφοι αυξάνονται σε πέντε. Το σύστημα της αντιπαροχής βρίσκει εύφορο έδαφος κι έτσι οι παλιές ωραίες επαύλεις και τα αστικά σπίτια κατεδαφίζονται το ένα μετά το άλλο δίνοντας τη θέση τους σε πολυώροφες οικοδομές και εμπορικά κέντρα.

1.1.3. Ιστορική και πολεοδομική αναδρομή Παπάγου

Η ονομασία του Παπάγου οφείλεται στο Στρατάρχη Αλέξανδρο Παπάγο, Αρχιστράτηγο κατά τον Ελληνοϊταλικό πόλεμο (1940-1941) και την περίοδο 1949-1951 και μετέπειτα Πρωθυπουργό της Ελλάδας (1952-1955, έως το τέλος της ζωής του).

Ο Στρατάρχης Αλέξανδρος Παπάγος γνώριζε πολύ καλά το πρόβλημα στεγαστικής αποκατάστασης των αξιωματικών σε μια εποχή που η οικονομία της Ελλάδας είχε καταστραφεί από την Κατοχή και τον Εμφύλιο και υπήρχε άμεση ανάγκη στέγασης των οικογενειών των αξιωματικών, οι οποίες είχαν πληγεί παντοιοτρόπως μέχρι το 1949. Ως Αρχιστράτηγος, μερίμνησε για την κατάρτιση Νόμου, ο οποίος προέβλεπε την παροχή ιδιόκτητης κατοικίας στους αξιωματικούς και ζήτησε από την Κυβέρνηση να τον κηρύξει ως Αναγκαστικό Νόμο. Αργότερα, το 1953, ως Πρωθυπουργός πλέον της Ελλάδας, ενέκρινε διαδοχικά δάνεια προς τον ΑΟΟΑ, ώστε να συνεχιστούν τα προγράμματα οικοδόμησης της πόλης.

Ο ΑΟΟΑ, εκτός της εκτελέσεως των οικοδομικών προγραμμάτων στέγασης, κατασκεύαζε και τα τεχνικά έργα υποδομής της πόλης (δρόμους, πλατείες, άλση κ.α.) και λειτουργούσε και ως πολεοδομική αρχή. Πρώτος Πρόεδρος του Διοικητικού Συμβουλίου του ΑΟΟΑ ήταν ο Αρχηγός ΓΕΣ, Αντιστράτηγος Θρασύβουλος Τσακαλώτος (1951) και πρώτος Διευθυντής ο Υποστράτηγος Σεραφείμ Κοκκόλας.

Η θεμελίωση της πρώτης κατοικίας του οικισμού Παπάγου έγινε στις αρχές του 1952 από τον Βασιλέα Παύλο, παρισταμένου και του τότε Πρωθυπουργού Νικολάου Πλαστήρα. Στις 22 Ιουνίου 1954 κληρώθηκαν και δόθηκαν στους δικαιούχους οι πρώτες 200 κατοικίες που κατασκευάστηκαν από τον ΑΟΟΑ και συγκροτήθηκε ο οικισμός Παπάγου. Ο οικισμός υπαγόταν αρχικώς διοικητικά στον Δήμο Χολαργού και το 1965 αναγνωρίστηκε ως Κοινότητα με πρώτο Πρόεδρο Κοινότητας τον Υποστράτηγο ΣΕΜ Μιχαήλ Δερέκα.

Ο βασικός σχεδιαστής των οικοδομικών προγραμμάτων, αλλά και των τύπων κατοικιών του οικισμού Παπάγου, υπήρξε ο αρχιτέκτων μηχανικός Αχιλλέας Σπανούδης, που ήταν ανάπηρος πολέμου και έφερε τον βαθμό του συνταγματάρχη, συνέταξε τις αρχιτεκτονικές μελέτες πολλών τύπων μονοκατοικιών, τις οποίες στην συνέχεια κατασκεύασε ο ΑΟΟΑ και διένειμε στους δικαιούχους αξιωματικούς.

Η πρώτη φάση ανοικοδόμησης (1ο – 11ο οικοδομικό πρόγραμμα του ΑΟΟΑ), έγινε την περίοδο 1953-1969, όπου κατασκευάστηκαν 1.395 οικίες και μετά από μία 6-ετή παύση, ακολούθησε η δεύτερη φάση (19ο και 20ο οικοδομικό πρόγραμμα του ΑΟΟΑ), από το 1975 έως το 1980 που συμπεριλάμβανε την κατασκευή 66 πολυκατοικιών με σύνολο 833 διαμερισμάτων.

1.2. Πληθυσμιακά στοιχεία

Στην μεταπολεμική εποχή ξεκίνησε η έντονη αστικοποίηση με αποτέλεσμα οι μεγάλες πληθυσμιακές μετακινήσεις να επηρεάσουν το σύνολο της χώρας και κυρίως την Περιφέρεια Αττικής. Από την δεκαετία του 1980 και μετά παρατηρείται νέα πληθυσμιακή μεταβολή, με μετακινήσεις πληθυσμών από το κέντρο της Αθήνας προς τα προάστια. Οι κοινωνικές, πολιτικές και οικονομικές εξελίξεις της περιόδου οδηγούν στην αναζήτηση καλύτερης ζωής.

Το 1951 στον Χολαργό καταγράφηκαν μόλις 2.775 μόνιμοι κάτοικοι, ενώ στην κοινή απογραφή των Δήμων Παπάγου- Χολαργού το 1961 καταμετρήθηκαν 13.637 μόνιμοι κάτοικοι. Η πληθυσμιακή αύξηση της περιοχής υπήρξε σημαντική, σύμφωνα με την απογραφή του 1981, αφού μόνο στον Χολαργό καταμετρήθηκαν 31.703 μόνιμοι κάτοικοι. Το 1991 σύμφωνα με τα απογραφικά δεδομένα καταγράφονται 48.391 μόνιμοι κάτοικοι και στους δύο πρώην Δήμους. Την αμέσως επόμενη δεκαετία καταγράφηκε η πρώτη, αν και μικρή, πληθυσμιακή μείωση σε 47.714 μόνιμους κατοίκους. Το φαινόμενο της μετακίνησης πληθυσμού από τον Δήμο, με βάση τη απογραφή του 2011, εντάθηκε και συνολικά από το 1991 έως και το 2011 η μείωση ήταν της τάξης 7,96%. Την αντίστοιχη περίοδο η πληθυσμιακή μεταβολή της Περιφέρειας Αττικής ήταν αντίστροφη αφού ο συνολικός πληθυσμός της αυξήθηκε κατά 6,5%. Στον Δήμο Παπάγου-Χολαργού το 2011 καταμετρήθηκαν 44.539 μόνιμοι κάτοικοι (13.699 στη Δημοτική κοινότητα Παπάγου και 30.840 στην Δημοτική Κοινότητα Χολαργού), οι οποίοι αποτελούν το 7,52% του πληθυσμού του Βόρειου Τομέα Αθηνών, το 1.16% του πληθυσμού της Περιφέρειας Αττικής και το 0.41% του συνολικού πληθυσμού (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1 Πληθυσμιακές μεταβολές στο Δήμο

1.3. Περιβαλλοντικά Στοιχεία

1.3.1. Ανάγλυφο-Γεωμορφολογία

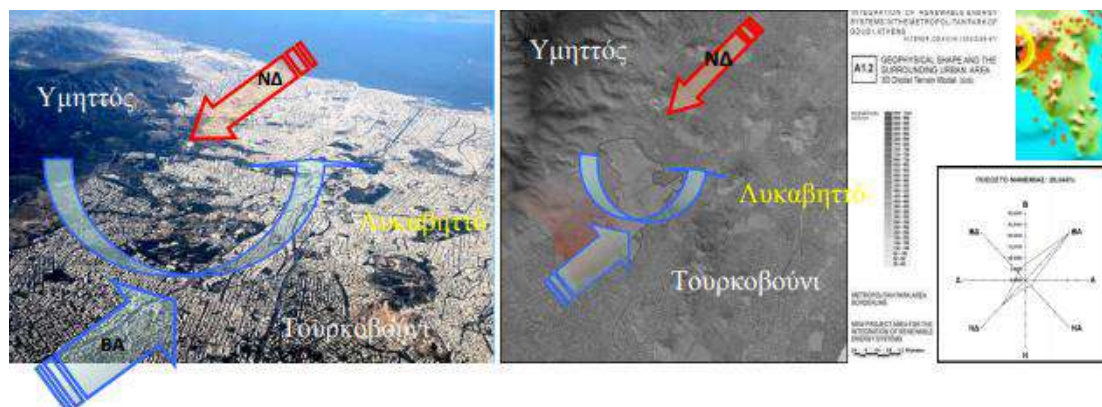
Η περιοχή του Δήμου χωροθετείται στα ανατολικά του λεκανοπεδίου Αττικής, στους βορειοδυτικούς πρόποδες του Υμηττού με μέσο σταθμικό υψόμετρο 200μ. Το έδαφος είναι ημιορεινό και χαρακτηρίζεται από γεωμορφολογική πολυμορφία, καθώς εμπεριέχει περιοχές με ήπιο ανάγλυφο και σχεδόν επίπεδες κλίσεις (στις κατώτερες περιοχές κατά μήκος της οδού Μεσογείων, με κλίσεις 1- 5%), αλλά και περιοχές με ιδιαίτερα έντονο ανάγλυφο και απότομες κλίσεις (>50% στην περιοχή του Λόφου Τσακού και στα υψηλότερα σημεία του Δήμου - κορυφή του Υμηττού). Στην περιοχή της Δημοτικής Κοινότητας Παπάγου, οι παραρεμάτιες περιοχές των χειμάρρων που διαρρέουν μερικά τμήματα της περιοχής και κυρίως το ρέμα του Ιλισσού προσφέρονται για ανάδειξη του γεωπεριβάλλοντος και για την προστασία της επικρατούσας χλωρίδας και πανίδας.

Στην περιοχή της Δημοτικής Κοινότητας Χολαργού δεν παρατηρούνται σημαντικά ρέματα ή άλλα επιφανειακά ύδατα. Τα όμβρια οδηγούνται λόγω της μορφολογίας του εδάφους προς τα κατώτερα σημεία της περιοχής με φυσικές μισγάγγειες, που σήμερα έχουν διαμορφωθεί σε οδούς (Λ. Περικλέους, Αγ. Ιωάννη Θεολόγου, Αναστάσεως). Η παρουσία του αστικού δικτύου ομβρίων οδηγεί τα επιφανειακά ύδατα προς την Λεωφόρο Μεσογείων και από εκεί προς τον τελικό αποδέκτη των υδάτων ολόκληρου του Λεκανοπεδίου, την θάλασσα του Αργοσαρωνικού. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ 2000) και την τροποποίησή του (ΦΕΚ 1154Β/2003), η περιοχή του Δήμου υπάγεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας κατηγορίας «Ι», που είναι η πιο ευνοϊκή, με σεισμική επιτάχυνση εδάφους 0,16g (όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας). Οι ισχυρότερες δονήσεις στην περιοχή παρουσιάστηκαν στα πλαίσια της σεισμικής ακολουθίας του σεισμού στις Αλκυονίδες νήσους το 1981. Από τις δονήσεις αυτές, 5 παρατηρήθηκαν μεταξύ 5,5 και 6,7 βαθμών της κλίμακας Richter και σε βάθος μεταξύ 18 και 33km. Από το 1902 μέχρι και τον σεισμό των Αλκυονίδων υπήρξαν ακόμα 9 σεισμοί άνω των 5,5 βαθμών, ενώ το σύνολο των δονήσεων άνω των 4,5 Richter μέχρι σήμερα είναι περίπου 120. Ο τελευταίος μεγάλος σεισμός στην περιοχή ήταν ο σεισμός της Αθήνας της 7ης Σεπτεμβρίου του 1999, μεγέθους 5,9 της κλίμακας Richter.

1.3.2. Κλίμα

Το κλίμα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη γειτνίαση του Δήμου με τον Υμηττό, καθώς και από μικρότερους ορεινούς όγκους που υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή. Τα Τουρκοβούνια και ο Λυκαβηττός δημιουργούν μια φυσική χοάνη με τον Υμηττό, που

ενισχύει την κίνηση των επικρατέστερων ανέμων στην περιοχή, δημιουργώντας ευνοϊκές συνθήκες για υγιεινό και ευχάριστο μικροκλίμα (Εικόνα 4).



Εικόνα 4 Χάρτης G.I.S. από έρευνα Ε.Μ.Π. για το Μητροπολιτικό Πάρκο Γουδή, αεροφωτογραφία και ιστόγραμμα ανέμων στην Αττική (1955-1998)

Ιδιαίτερα ο Υμηττός, ασκεί ουσιαστικό ρόλο στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας, στην καταπολέμηση του νέφους και της αναστροφής των θερμοκρασιών λόγω της ροής των ατμοσφαιρικών μαζών από τον Σαρωνικό προς την πόλη (και αντιθέτως) και από το βουνό προς την πόλη (και αντιθέτως), δηλαδή κινήσεις αερίων μαζών οφειλόμενες τόσο στην γενικότερη γεωμορφολογία της περιοχής, όσο και στην βλάστησή του. Σύμφωνα με έρευνα του ΕΜΠ που έγινε για ένα εύρος 43 ετών (1955-1998), οι επικρατέστεροι άνεμοι στην περιοχή του Δήμου είναι οι βορειοανατολικοί, οι νοτιοδυτικοί, και ακολουθούν οι βόρειοι, οι βορειοδυτικοί, οι δυτικοί και οι ανατολικοί, ενώ σπανίζουν οι νοτιοανατολικοί και οι νότιοι. Η συχνότερη ένταση των επικρατούντων ανέμων είναι 2-4 Beaufort. Άνεμοι μεγάλης έντασης δεν αποτελούν γνώρισμα της περιοχής και σπάνια εμφανίζονται άνεμοι έντασης μεγαλύτερης των 7 Beaufort (συχνότητα εμφάνισης < 1%). Επίσης, το ποσοστό νηνεμίας σε εύρος 43 ετών είναι της τάξεως του 26,05%. Ο θερμότερος μήνας στην περιοχή είναι ο Ιούλιος (27,9° C) ενώ ο ψυχρότερος είναι ο Ιανουάριος (8,6° C). Το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι 19,3° C. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία που έχει σημειωθεί στην περίοδο 1955-1998 είναι 33,4° C ενώ η μέση ελάχιστη είναι 5,2° C. Σε απόλυτες τιμές, η μέγιστη θερμοκρασία στην ίδια περίοδο σημειώθηκε το μήνα Ιούλιο (45,0° C), ενώ η ελάχιστη το μήνα Ιανουάριο (-5,8° C υπό το μηδέν). Το μέσο ύψος βροχόπτωσης ανέρχεται στα 415,7 mm. Ο ξηρότερος μήνας είναι ο Αύγουστος (5,4 mm) και υγρότερος (βροχερότερος) ο Δεκέμβριος (68,5 mm). Το ποσοστό υγρασίας κυμαίνεται από 43,7% το μήνα Ιούλιο έως 75,6% το μήνα Δεκέμβριο. Η πτώση χιονιού γενικότερα στην Αττική εμφανίζεται σπάνια και παρατηρείται κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Ο μέσος αριθμός των ημερών με χιονόπτωση στη διάρκεια του έτους είναι 3,6. Παγετοί εμφανίζονται μόνο τους χειμερινούς μήνες με μέσο αριθμό ημερών 49 καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

1.3.3. Ορεινός όγκος Υμηττού

Στο νοτιοανατολικό τμήμα του Δήμου βρίσκεται ο ορεινός όγκος Υμηττού, τμήμα του οποίου βρίσκεται εντός των διοικητικών ορίων του Δήμου. Ο Υμηττός είναι ένα από τα όρη που περικλείουν την πόλη των Αθηνών (Υμηττός, Πεντέλη, Πάρνηθα και Ποικίλο Όρος) και ο

όγκος του εκτείνεται από Βορά προς Νότο σε μήκος περίπου 20 χλμ. (από το πέρασμα του Αγίου Ιωάννη του Κυνηγού έως το ακρωτήριο της Αιζωνής), καλύπτοντας μία έκταση περίπου 81.000 στρεμμάτων. Αποτελεί δε το ανατολικό όριο της οικιστικής ανάπτυξης του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας.

Από γεωλογική άποψη, ο Υμηττός ανήκει στην αττικοκυκλαδική ζώνη. Τα πετρώματά του περιέχουν ασβεστόλιθους, σχιστόλιθους και μεγάλες μάζες μαρμάρου και μαρμαρυγιακών σχιστόλιθων. Το βουνό, χωρίζεται γεωμορφολογικά με το διάσελο «Σταυρό» σε δύο τμήματα. Το βόρειο (μήκους 12 χλμ.) με την ψηλότερη κορυφή του Εύζωνας (υψόμετρο 1.026 μ.), που κατά την αρχαιότητα ονομαζόταν «Μείζων ή Ένυδρος Υμηττός» - οριοθετείται από το πέρασμα του Κυνηγού έως το Κακόρεμα στον Καρέα - και το νοτιότερο «Άνυδρο ή Ελάσσονα Υμηττό» (σήμερα Μαυροβούνι και Κόντρα), λόγω της οφειλόμενης στην γεωμορφολογία του βουνού απουσίας νερού. Η υδροφορία του βόρειου τμήματος οφείλεται σε υδατοδιαπερατούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς που κάθονται πάνω σε μη υδατοδιαπερατούς σχηματισμούς σχιστόλιθων με αποτέλεσμα την ύπαρξη πηγών και υπόγειων υδάτων σε μικρό βάθος, ενώ αντίθετα το νότιο τμήμα είναι άνυδρο καθώς αποτελείται αποκλειστικά από υδατοδιαπερατούς ασβεστολιθικούς σχηματισμούς που φθάνουν σε μεγάλο βάθος. Ως αποτέλεσμα της γεωλογικής του δομής, στον Υμηττό υπάρχουν πάνω από 100 σπήλαια, πολλά από τα οποία έχουν σταλακτικούς σχηματισμούς, με σημαντικότερα το «Κουτούκι» πάνω από την Παιανία, το σπήλαιο «Λεονταρίου» πάνω από τα Γλυκά Νερά, το σπήλαιο του «Πάνα» γνωστό και ως σπήλαιο Νυμφόληπτου πάνω από την Κερατέα και το σπηλαιοβάραθρο «Αστερίου» πάνω από την περιοχή του Δήμου Παπάγου-Χολαργού, βόρεια της ομώνυμης μονής Αστερίου.

1.4. Τιμή ζώνης

Τα απαραίτητα στοιχεία για τον αντικειμενικό προσδιορισμό της αξίας ακινήτων είναι εμπορικά και πολεοδομικά στοιχεία που συνδέονται με την θέση του ακινήτου και το είδος του. Ένα κύριο εμπορικό στοιχείο είναι η τιμή ζώνης.

α. Για τις εντός σχεδίου περιοχές: Οι ζώνες τιμών αποτελούν επιφάνειες του πολεοδομικού χάρτη, κάθε μία από τις οποίες έχει ενιαία τιμή που αναφέρεται στην τιμή εκκίνησης τυπικού διαμερίσματος. Αυτό είναι το διαμέρισμα καινούριας κατασκευής στον πρώτο πάνω από το ισόγειο όροφο στην πρόσοψη. Στην πρόσοψη θεωρείται κάθε διαμέρισμα με έστω και ένα χώρο σ' αυτήν. Η Τ.Ζ. αποτελεί την αφετηρία για τον προσδιορισμό των αξιών ακινήτων μέσα στα όρια των ζωνών.

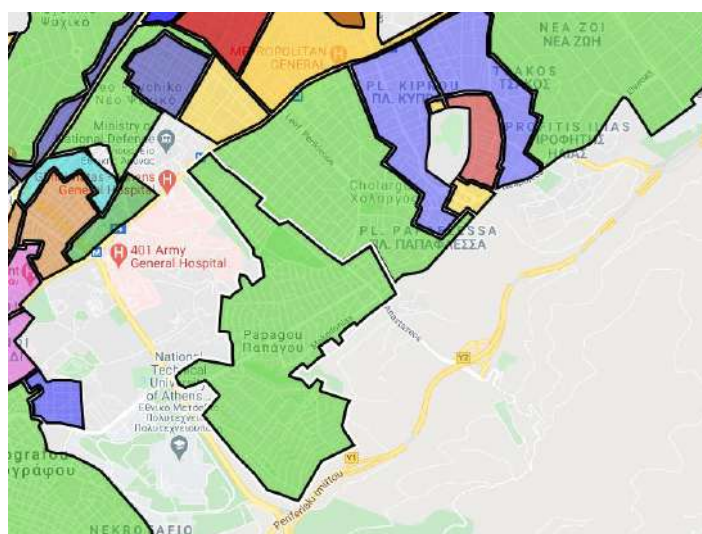
β. Για τις εκτός σχεδίου περιοχές: Οι ζώνες τιμών στην περίπτωση αυτή είναι επιφάνειες του χάρτη με καθορισμένες αξίες γης. Η τιμή της γης είναι το πρωτογενές στοιχείο των ζωνών αυτών. Η οριοθέτησή τους γίνεται, όσο είναι δυνατό με βάση σταθερά και αδιαμφισβήτητα στοιχεία όπως άξονες οδικούς ή σιδηροδρομικούς κλπ.

Η φορολογητέα αξία των ακινήτων της κατηγορίας αυτής ισούται με το γινόμενο της τιμής της αντίστοιχης ζώνης επί τη συνολική επιφάνεια της κατοικίας ή του διαμερίσματος, το

τυχόν ποσοστό συνιδιοκτησίας στο οικόπεδο και ορισμένους άλλους συντελεστές που επηρεάζουν (αυξητικά ή μειωτικά) την τελική διαμόρφωσή της.

Ως κυκλικές ζώνες νοούνται αυτές που περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερα οικοδομικά τετράγωνα, ενώ ως γραμμικές ζώνες νοούνται αυτές που αναπτύσσονται κατά μήκος της μιας ή και των δύο πλευρών ενός δρόμου ή ενός τμήματος δρόμου, παράλληλα προς τον άξονα αυτού.

Ο Δήμος Παπάγου – Χολαργού χωρίζεται σε τέσσερις κυκλικές ζώνες (Εικόνα 5). Ενδεικτικά, σε σχέση με το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής το Ο.Τ. 190Α έχουν τιμή ζώνης 1200€, οι γειτονικές ιδιοκτησίες του 142Α έχουν Τ.Ζ. 1300€, τα Ο.Τ. 142Α, 143, 13Α και το 507 (πρώην Υ) έχουν Τ.Ζ. 1800€ και ο υπόλοιπος δήμος έχει Τ.Ζ. 2050€ (σύμφωνα και με την αναπροσαρμογή τιμών ΦΕΚ 48Β/20-1-2016).



Εικόνα 5 Απεικόνιση των τιμών ζώνης σε υπόβαθρο GoogleMaps

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

2.1. Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ'87)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στα τέλη του 20ου αιώνα καθιστούσε το υφιστάμενο κρατικό σύστημα γεωγραφικής αναφοράς για γενική χρήση αδύναμο να ανταποκριθεί στα επίπεδα της ακρίβειας που απαιτούνταν. Ήταν πλέον επιτακτική η ανάγκη άμεσης εκπόνησης προγραμμάτων κτηματογράφησης και χαρτογράφησης, προκειμένου να δημιουργηθεί η απαραίτητη υποδομή για την ανάπτυξη της χώρας. Είναι προφανές ότι το όλο εγχείρημα προϋπέθετε την δημιουργία ενός σύγχρονου κρατικού συστήματος γεωγραφικής αναφοράς που θα εξασφάλιζε υψηλά επίπεδα ακρίβειας και ποιότητας. Το 1987 δημιουργείται το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς του 1987 (ΕΓΣΑ '87), στην βάση επίγειων και δορυφορικών μετρήσεων. Χαρακτηριστικά, τα δεδομένα για την πρώτη κατηγορία μετρήσεων προήλθαν από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού, ενώ για την δεύτερη, από το Κέντρο Δορυφόρων Διονύσου του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου, θέση που εξάλλου αποτελεί και την αφετηρία του συστήματος αναφοράς. Το σύστημα δημιουργήθηκε από τον καθηγητή της Σχολής Αγρονόμων & Τοπογράφων Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου Γεώργιο Βέη με τα εξής χαρακτηριστικά:

- i. Εφαρμογή της Εγκάρσιας Μερκατορικής Προβολής (σύμμορφη προβολή)
- ii. Επιφάνεια αναφοράς: ελλειψοειδές GRS-80 (μετά από παράλληλη μετατόπιση για την καλύτερη προσαρμογή στο γεωειδές του ελληνικού χώρου)
- iii. Υλοποίηση από τα τριγωνομετρικά σημεία του κρατικού δικτύου
- iv. Συντελεστής παραμόρφωσης στον κεντρικό μεσημβρινό ($\lambda_0=24^\circ$ ανατολικά του Αστεροσκοπείου του Greenwich):) $k=0.9996$
- v. Για την αποφυγή αρνητικών τιμών συντεταγμένων έχει προστεθεί η σταθερά 500000 m στις τετμημένες
- vi. Μέγιστη παραμόρφωση μηκών: 670ppm (67cm σε 1km)

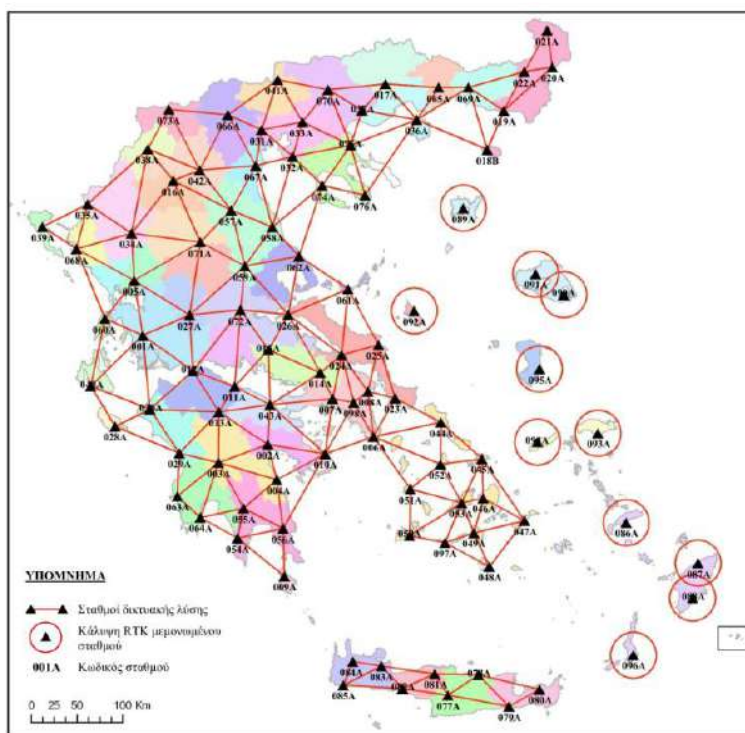
2.2. HEPOS

Το Ελληνικό Σύστημα Εντοπισμού HEPOS (HEllenic POsitioning System) είναι ένα σύστημα το οποίο σχεδίασε, υλοποίησε και λειτουργεί το ΝΠΔΔ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ, για να παρέχει υπηρεσίες προσδιορίσου θέσης αξιοποιώντας το υφιστάμενο παγκόσμιο δορυφορικό σύστημα εντοπισμού (GPS - Global Positioning System). Το σύστημα αποτελείται από 98 μόνιμους σταθμούς αναφοράς GPS, κατανεμημένους σε ολόκληρη την χώρα (Εικόνα 6). Οι μετρήσεις των σταθμών συγκεντρώνονται σε πραγματικό χρόνο στο

Κέντρο Ελέγχου του συστήματος, όπου γίνεται η επεξεργασία, αρχειοθέτηση, διάθεση και αποστολή των στοιχείων προς τους χρήστες.

Το HEPOS παρέχει υπηρεσίες «πραγματικού χρόνου» (real-time), κατά τις οποίες ο χρήστης προσδιορίζει τη θέση ενός σημείου άμεσα κατά την στιγμή της μέτρησης (τεχνικές RTK και DGPS) και υπηρεσίες «μετεπεξεργασίας» (post-processing) όπου η θέση των μετρημένων σημείων προσδιορίζεται μέσω επεξεργασίας δεδομένων στο γραφείο.

Το HEPOS απλοποιεί τον προσδιορισμό συντεταγμένων, επιτρέποντας στον κάτοχο ενός μόνο δορυφορικού δέκτη GNSS (Global Navigation Satellite System) να μετράει με γεωδαιτική ακρίβεια σε πραγματικό χρόνο, κάτι που μέχρι πρόσφατα απαιτούσε την ταυτόχρονη χρήση δύο τέτοιων δορυφορικών δεκτών. Το HEPOS έχει πανελλαδική κάλυψη, προσφέροντας παράλληλα και δικτυακές τεχνικές GPS στο μεγαλύτερο μέρος της χώρας. Η χρήση των υπηρεσιών μετεπεξεργασίας μπορεί να γίνεται και με δέκτες μιας συχνότητας, οι οποίοι έχουν σημαντικά χαμηλότερο κόστος από τους δέκτες δύο συχνοτήτων. Το HEPOS προσφέρει υψηλή ακρίβεια εντοπισμού σε όλη την χώρα, υλοποιώντας έτσι ένα γεωδαιτικό πλαίσιο αναφοράς εξαιρετικά υψηλής ομοιογένειας σε εθνικό επίπεδο. Οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου (real-time) του HEPOS επιτρέπουν τον προσδιορισμό θέσης με υψηλή ακρίβεια. Με τις υπηρεσίες αυτές ο χρήστης μπορεί να μετράει με έναν δέκτη GNSS στο σημείο που θέλει να προσδιορίσει και να υπολογίζει τις συντεταγμένες του σημείου κατά τη στιγμή της μέτρησης. Δεν απαιτείται δηλαδή επεξεργασία δεδομένων στο γραφείο, όπως συμβαίνει με τις υπηρεσίες μετεπεξεργασίας. Οι υπηρεσίες πραγματικού χρόνου παρέχονται μόνο στους εγγεγραμμένους χρήστες του συστήματος και επιτρέπουν στον χρήστη να προσδιορίζει από μετρήσεις διάρκειας λίγων δευτερολέπτων την θέση ενός σημείου με υψηλή ακρίβεια της τάξης των λίγων cm.



Εικόνα 6 Δίκτυο σταθμών αναφοράς του Ελληνικού συστήματος εντοπισμού HEPOS

Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς στο οποίο επιλύθηκε το δίκτυο των μόνιμων σταθμών του HEPOS ονομάζεται HTRS '07 (Hellenic Terrestrial Reference System 2007). Το σύστημα αυτό ορίζεται σύμφωνα με το ETRS '89, στο πλαίσιο ETRF '05 epoch 2007.5 (το ETRS '89 ταυτίζεται με το ITRS '89) με σταθερό σταθμό τον ΑΥΤΙ, που ανήκει στο δίκτυο μόνιμων σταθμών EPN (Euref Permanent Network) της Ευρώπης και είναι εγκατεστημένος στο κτήριο του Τμήματος Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών της Πολυτεχνικής Σχολής του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ως ελλειψοειδές αναφοράς ορίστηκε το παγκόσμιο ελλειψοειδές GRS '80, χωρίς καμία μετατόπιση (το κέντρο του ταυτίζεται με το γέωκεντρο του ERTS '89).

Το σύστημα HTRS '07 υλοποιείται με την μέτρηση του γεωδαιτικού δικτύου των 98 μόνιμων σταθμών, με τον υπολογισμό των συντεταγμένων X, Y, Z και φ, λ των κορυφών του δικτύου στο νέο Datum και του γεωμετρικού υψομέτρου h ως προς το ελλειψοειδές αναφοράς, και με τον υπολογισμό ενός χάρτη του υψομέτρου N του γεωειδούς για την Ελλάδα, ώστε να είναι άμεση η μετατροπή των γεωμετρικών υψομέτρων σε ορθομετρικά.

Το σύστημα HTRS '07 εφαρμόζεται:

- με την απεικόνιση (προβολή) του ελλειψοειδούς σε ένα επίπεδο. Ως προβολή επελέγη η εγκάρσια μερκατορική με κεντρικό μεσημβρινό (κ.μ) $\lambda = 24^\circ$, $x_0 = 500000$ m, $y_0 = -2000000$ m στην τομή του κεντρικού μεσημβρινού με τον ισημερινό και συντελεστή κλίμακας στον κ.μ $K_0 = 0.9996$. Για το Καστελόριζο χρησιμοποιείται ως κεντρικός μεσημβρινός αυτός των $\lambda = 30^\circ$, $x_0 = 500000$ m, $y_0 = -2000000$ m στην τομή του κεντρικού μεσημβρινού με τον ισημερινό και συντελεστή κλίμακας στον κ.μ $K_0=1$.
- με τον υπολογισμό των προβολικών επίπεδων συντεταγμένων x, y των κορυφών του δικτύου.

Επειδή το ΕΓΣΑ 87, παραμένει το επίσημο κρατικό γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς της Ελλάδας και των μελετών του κτηματολογίου, υπολογίστηκαν οι παράμετροι μετασχηματισμού των συντεταγμένων του συστήματος HTRS '07 στο ΕΓΣΑ '87 και αντίστροφα. Πρόκειται για έναν 7-παραμετρικό μετασχηματισμό που περιλαμβάνει 3 μεταθέσεις, 3 στροφές και 1 κλίμακα, του ενός συστήματος ως προς το άλλο. Ο ενιαίος αυτός μετασχηματισμός δεν ανταποκρίνεται όμως ικανοποιητικά σε όλα τα σημεία της χώρας. Έτσι επιπλέον υπολογίστηκαν δύο κλίμακες διορθώσεων, ένας για τις τετμημένες x και ένας για τις τεταγμένες y της προβολής. Οι κλίμακες αυτοί έχουν βήμα 2 km και παρέχουν τις διορθώσεις dx, dy που πρέπει να γίνονται στις επίπεδες συντεταγμένες που προκύπτουν από τον 7-παραμετρικό μετασχηματισμό, ανάλογα με τη θέση του σημείου στον ελλαδικό χώρο. Η μέση αβεβαιότητα του πλήρη μετασχηματισμού είναι της τάξης των ± 8 cm ενώ σε ορισμένα σημεία φθάνει και τα ± 2.5 cm

2.3. Το δορυφορικό σύστημα Atlas

Το σύστημα Atlas είναι μια καινοτόμος, κορυφαία σε παγκόσμια κλίμακα υπηρεσία διόρθωσης L-band με βάση το GNSS. Παρέχει τα σήματα διόρθωσης μέσω δορυφόρων L-band σε ακρίβειες που κυμαίνονται από τα επίπεδα του μετρητή έως του υπό-δεκαμέτρου. Αξιοποιώντας περισσότερους από 200 σταθμούς αναφοράς παγκοσμίως και με δορυφόρους L-band που διανέμουν διορθώσεις Atlas, ουσιαστικά καλύπτεται ολόκληρος ο πλανήτης. Η παγκόσμια υπηρεσία διόρθωσης Atlas GNSS παρέχει δεδομένα διόρθωσης για αστερισμούς GPS, GLONASS, BeiDou και Galileo. Η υπηρεσία διόρθωσης Atlas είναι διαθέσιμη σε όλες τις συσκευές με Hemisphere Atlas με δυνατότητα πολλαπλών συχνοτήτων και πολλαπλών GNSS. Το Atlas συμπληρώνει τους δέκτες GNSS τρίτων, επιτρέποντάς τους να χρησιμοποιούν διορθώσεις Atlas με τις καινοτόμες δυνατότητες BaseLink® και SmartLink™ του Hemisphere (Πίνακας 1).

Όταν χρησιμοποιείται σε συσκευές πολλαπλών συχνοτήτων, το Atlas διορθώνει περισσότερους δορυφόρους από ποτέ, κάτι που δημιουργεί ταχύτερους χρόνους σύγκλισης και είναι εύρωστο και αξιόπιστο σε καλυμμένες περιοχές με δέντρα ή φυλλώματα. Με συσκευές μονής και πολλαπλών συχνοτήτων, το Atlas επιτυγχάνει άμεση παγκόσμια ακρίβεια θέσης υπό-μέτρου, συγκρίσιμη με, και συνήθως πιο ισχυρή από το SBAS, καθώς οι διορθώσεις Atlas περιέχουν δεδομένα από πολλούς διαθέσιμους αστερισμούς δορυφόρων. Τα συστήματα που υποστηρίζουν το Atlas χρησιμοποιούν το εξάρτημα Athena™ GNSS RTK παγκόσμιας κλάσης του Hemisphere. Το Athena υπερβαίνει συχνά την απόδοση που προσφέρουν άλλοι ηγέτες του κλάδου και παρέχει ένα θεμέλιο μελλοντικής απόδοσης που επιτρέπει την απόδοση, την ευελιξία και την αξιοπιστία που καθορίζει την αγορά. Το Atlas Basic παρέχει στους χρήστες προϊόντων Atlas μονής και πολλαπλής συχνότητας την δυνατότητα να επιτύχουν ισοδύναμη απόδοση SBAS οπουδήποτε στον κόσμο όπου είναι διαθέσιμη η υπηρεσία διόρθωσης Atlas (Εικόνα 7).

Κορυφαίες δυνατότητες:

- Ακρίβεια τοποθέτησης: Το Atlas παρέχει ανταγωνιστικές ακρίβεια θέσης έως και 4 cm RMS σε ορισμένες εφαρμογές, υπερβαίνοντας συχνά τις δυνατότητες των ανταγωνιστικών συστημάτων
- Διατήρηση θέσης: Καινοτόμος ποιότητα διατήρησης θέσης χωρίς να υπάρχουν διορθωτικά σήματα, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Hemisphere Tracer™
- Χρόνος σύγκλισης: Κορυφαίοι χρόνοι σύγκλισης 10 - 40 λεπτών
- Global Ionospheric Model: Η ιονοσφαιρική δραστηριότητα και τα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο αποστέλλονται στον δέκτη και επιτρέπει στις συσκευές με δυνατότητα Atlas να προσαρμόζονται ανάλογα, παρέχοντας εξαιρετική απόδοση σύγκλισης

Επίπεδα Υπηρεσιών – Ακρίβεια θέσης

- Atlas Basic – 50 cm 95% (30 cm RMS)
- Atlas H30 – 30 cm 95% (15 cm RMS)
- Atlas H10 – 8 cm 95% (4 cm RMS)

Performance Summary	
Horizontal Position Accuracy	8 mm + 1 ppm
Vertical Position Accuracy	15 mm + 2 ppm
GNSS Constellations	GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo, QZSS
Frequency Support	Triple-Frequency
Correction Support	Hemisphere Proprietary, RTCM v2.3/v3.2, CMR, CMR+
Reliability	> 99%*
Scintillation	State-of-the-Art Performance
Compatibility with 3 rd Party Reference Stations	Seamless**
* Observed under nominal constellation and multipath conditions.	
** When using supported correction types.	

Πίνακας 1 Στοιχεία λειτουργίας του συστήματος Atlas

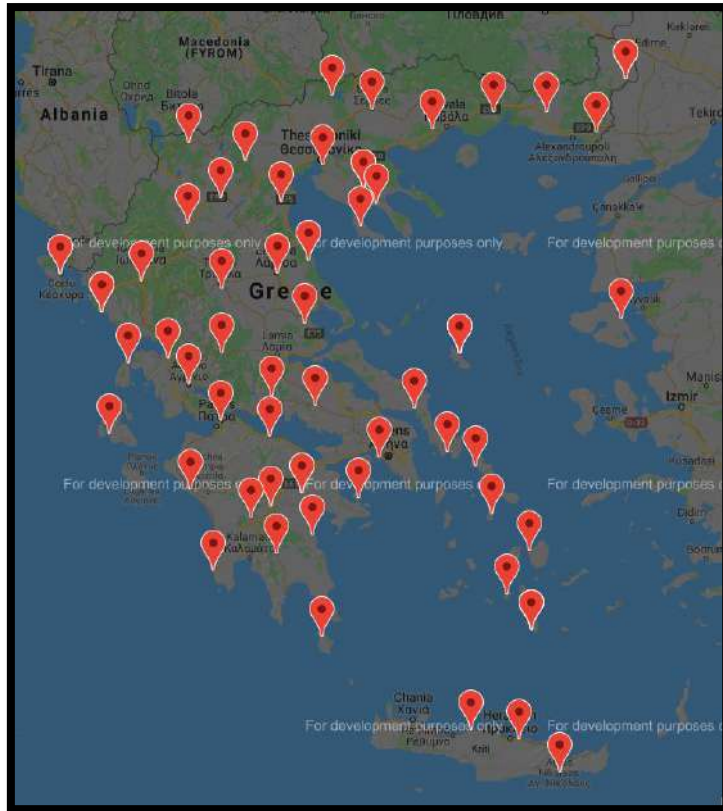


Εικόνα 7 Απλοποιημένη αναπαράσταση της λειτουργίας του συστήματος Atlas

2.4. CivilShop CORS Network

Το σύστημα λειτουργίας του βασίζεται στους σταθμούς που είναι εγκατεστημένοι στο ιδιωτικό δίκτυο μόνιμων σταθμών αναφοράς της εταιρίας CivilShop NET, με την διαφορά ότι έχει γίνει συνόρθωση στο προβολικό σύστημα HTRS07. Το πλεονέκτημα είναι ότι οι χρήστες του συστήματος έχουν ταύτιση με τα αποτελέσματα του HEPOS. Έχουν πραγματοποιηθεί οι απαραίτητες βελτιστοποιήσεις για να είναι απολυτά συμβατό με όλους τους δέκτες της αγοράς που υποστηρίζουν τα RTCM v3.0 και CMR.

Το παρόν σύστημα σταθμών αναφοράς CivilShopNET προσφέρει διορθώσεις πραγματικού χρόνου RTK στα πρωτόκολλα επικοινωνίας RTCM (Radio Technical Commission for Maritime) v3.0 και CMR. Οι περισσότεροι σταθμοί αναφοράς λειτουργούν με ενεργοποιημένους τους δορυφόρους GPS & GLONASS. Οι δέκτες RTK από όλες τις κατασκευάστριες εταιρείες έχουν την δυνατότητα να λάβουν διορθώσεις σε Datum HTRS07 ή WGS84. Η χρήση ενός οργάνου ως Single Base RTK μειώνει την πιθανότητα σφάλματος που εμφανίζεται σε μηχανογραφημένα συστήματα παραγωγής σταθμών αναφοράς με διάφορους μεθόδους. Παραμένει όμως το σφάλμα που παράγεται λόγω της απόστασης, το οποίο και είναι γνωστό (συγκεκριμένα 2 ppm). Στον χρήστη του δικτύου δίνεται η δυνατότητα να επιλέξει αυτόματα τον πλησιέστερο σταθμό αναφοράς, και ο παρακάτω χάρτης απεικονίζει τους μόνιμους σταθμούς αναφοράς της CivilShopNET (Εικόνα 8).



Εικόνα 8 Χάρτης σταθμών αναφοράς του CivilshopNet

2.5. Δορυφορικά συστήματα εντοπισμού

2.5.1. Δορυφορικό σύστημα GPS

Το σύστημα GPS άρχισε να σχεδιάζεται και να υλοποιείται σταδιακά στην δεκαετία του 1970, στην ουσία από το 1973 και μετά, με ευθύνη του Υπουργείου Άμυνας των ΗΠΑ (DoD: Department of Defense) και σε συνεργασία του Αμερικανικού Ναυτικού και της Αεροπορίας (The GPS Joint Program Office) με σκοπό να καλύψει στρατιωτικές ανάγκες ναυσιπλοΐας. Τα τελευταία χρόνια η διεύθυνση του συστήματος πέρασε στην USAF. Το 1978 αρχίζει η εκτόξευση των δορυφόρων GPS και ταυτόχρονα σχεδόν η κατασκευή των πρώτων δεκτών GPS, οι οποίοι έκτοτε βελτιώνονται συνεχώς. Το GPS είναι το πρώτο από τα σύγχρονα συστήματα GNSS που έγινε λειτουργικό και επιχειρησιακό. Ξεκίνησε να χρησιμοποιείται για πολιτική χρήση και γεωδαιτικές εφαρμογές το 1983 με Initial Operation Capability το 1993 (24 sv) και διακοπή της επιλεκτικής διαθεσιμότητας (SA) το 2000.

Το σύστημα GPS αποτελείται από τρία βασικά τμήματα: το δορυφορικό τμήμα, το τμήμα ελέγχου και το τμήμα των χρηστών. Το δορυφορικό τμήμα αποτελείται από 31 δορυφόρους NAVSTAR (σήμερα), ενώ η πλήρης ανάπτυξη του συστήματος απαιτεί 24 δορυφόρους, έτσι ώστε να καλύπτεται με καλή γεωμετρία (με 4 τουλάχιστον δορυφόρους) κάθε θέση πάνω στην γη, οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Οι δορυφόροι είναι τοποθετημένοι ομοιόμορφα σε 6 τροχιακά επίπεδα, ανά 60° στο ισημερινό επίπεδο και έχουν γωνία κλίσης ~55° ως προς αυτό. Το μέσο ύψος των δορυφόρων από την επιφάνεια της Γης είναι 20189 km. Το

γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του GPS είναι το WGS84 (World Geodetic System 1984) και το σύστημα χρόνου είναι ο χρόνος GPS (GPST) που είναι ανεξάρτητος από την περιστροφή της Γης και για αυτό τον λόγο δεν περιέχει τα leap seconds που περιέχονται στον χρόνο UTM. Ο χρόνος GPS έχει μόνιμη διαφορά 17 δευτερολέπτων από τον χρόνο TAI.

2.5.2. Δορυφορικό σύστημα GLONASS

Το σύστημα GLONASS δορυφορικού εντοπισμού δημιουργήθηκε το 1976 από την πρώην Σοβιετική Ένωση, παράλληλα με το GPS. Αρχικά, ο χαρακτήρας του συστήματος GLONASS ήταν στρατιωτικός, αντίστοιχος με το GPS. Με την διάλυση της Σοβιετικής Ένωσης και τις αλλαγές σε πολιτικό επίπεδο, η χρήση του συστήματος GLONASS άρχισε να επεκτείνεται και έξω από τα σύνορα της Σοβιετικής Ένωσης. Σύμφωνα με τον αρχικό σχεδιασμό του, ο αστερισμός του GLONASS περιλαμβάνει 24 δορυφόρους (21+3 εφεδρικούς) ισοκατανεμημένους σε τρία τροχιακά επίπεδα με οκτώ δορυφόρους στο κάθε ένα.

Οι δορυφόροι διατηρούν μία σχεδόν κυκλική τροχιά με κλίση $64^{\circ} 8''$ ως το ισημερινό επίπεδο, περίοδο περιστροφής $11^{\circ} 15''$ και σε ύψος 19100 km πάνω από την επιφάνεια της Γης. Σε αντίθεση με το GPS, ο κάθε δορυφόρος εκπέμπει στις δικιές του συχνότητες βάσει του αριθμού PRN που έχει στο σύστημα. Όλες οι συχνότητες εκπομπής προκύπτουν από δύο βασικές συχνότητες L1 και L2 προσθέτοντας τον αριθμό PRN του κάθε δορυφόρου. Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς του GLONASS είναι το PZ-90 (Parametry Zemli 1990) και το σύστημα χρόνου είναι το GLONASS time (=UTC+ 3 ώρες).

2.5.3. Δορυφορικό σύστημα GALILEO

Το δορυφορικό σύστημα Galileo αναπτύσσεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση και υλοποιείται από την Ευρωπαϊκή Διαστημική Υπηρεσία (European Space Agency). Έχει αμιγώς πολιτικό χαρακτήρα και καλύπτει με μικρή αβεβαιότητα σχεδόν το 99% της γήινης επιφάνειας. Εγγυάται την διαθεσιμότητα κάτω και από τις πιο ακραίες συνθήκες παρατήρησης και θα μπορεί να στέλνει τις απαραίτητες πληροφορίες στους χρήστες του συστήματος μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Προβλέπεται ότι στις περισσότερες περιοχές θα είναι πάντοτε "ορατοί" τουλάχιστον έξι έως οκτώ δορυφόροι.

Το σύστημα θα αποτελείται από 30 δορυφόρους (27 + 3 εφεδρικούς) τοποθετημένους σε τρία τροχιακά επίπεδα με γωνία κλίσης 56° ως προς το ισημερινό επίπεδο και περίοδο περιστροφής περίπου 14 ώρες. Αυτή την στιγμή υπάρχουν 24 επιχειρησιακοί δορυφόροι σε τροχιά σε ύψος περίπου 23600 km. Ο συνδυασμός του συστήματος μαζί με το σύστημα GPS αναμένεται να προσφέρει κάλυψη σε αστικές περιοχές της τάξης του 95% βελτιώνοντας σημαντικά τις δυνατότητες πλοήγησης σε περιβάλλον πόλης.

Το Galileo έχει το δικό του σύστημα ελέγχου και το δικό του πλαίσιο αναφοράς (GTRF: Galileo Terrestrial Reference Frame) το οποίο είναι μια υλοποίηση του συστήματος ITRS της IERS. Η διαφορά από το WGS84 και τα άλλα ITRF πλαίσια είναι της τάξης των λίγων εκατοστών του μέτρου, πρακτικά αμελητέα για τις μαζικές εφαρμογές πλοήγησης. Για τον

χρόνο, υπάρχει το σύστημα GST (Galileo System Time), με συνεχή κλίμακα χρόνου και με διαφορά από τον χρόνο TAI μικρότερη από περίπου 50 nanoseconds.

2.5.4. Δορυφορικό σύστημα BEIDOU (COMPASS)

Το δορυφορικό σύστημα πλοήγησης BeiDou αποτελεί την παρουσία της Κίνας στην υλοποίηση ενός νέου ανεξάρτητου παγκόσμιου συστήματος προσδιορισμού θέσης και τι οποίο επιδιώκει την συμβατότητα χρήσης με τα υπόλοιπα δορυφορικά συστήματα πλοήγησης.

Ο δορυφορικός σχηματισμός του συστήματος θα αποτελείται συνολικά από 35 δορυφόρους. Στο συγκεκριμένο αστερισμό συμπεριλαμβάνονται πέντε δορυφόροι σε γεωστατική τροχιά (GEO Satellites) και 27 (μαζί με τους εφεδρικούς) σε μη-γεωστατική τροχιά (Non-GEO Satellites) με μέσο ύψος τροχιάς 21500 km. Το BeiDou θα έχει το δικό του σύστημα ελέγχου αποτελούμενο από έναν κεντρικό σταθμό ελέγχου, δύο σταθμούς τηλεπικοινωνιών (upload stations) και τριάντα σταθμούς παρακολούθησης (monitor stations). Το σύστημα BeiDou χρησιμοποιεί το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς CGS2000 (China Geodetic Coordinate System 2000) το οποίο θα ταυτίζεται με αντίστοιχο ITRF με μια ακρίβεια καλύτερη από 10cm. Ο χρόνος BeiDou ταυτίστηκε με τον χρόνο UTC 00:00 στη 1 Ιανουαρίου 2006. Οι τρεις φορείς –συχνότητες θα διαμορφώνονται από διάφορους κώδικες και θα εξυπηρετούν κατηγορίες χρηστών του συστήματος σύμφωνα με τον τύπο πρόσβασης.

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Παρουσίαση μεθόδων αποτύπωσης.

Για την αποτύπωση με γεωδαιτικό σταθμό χρειάζεται να γίνει εξάρτηση από το κρατικό σύστημα αναφοράς ΕΓΣΑ87 και για τον σκοπό αυτό γίνεται χρήση δεκτών GNSS. Συνοπτικά οι εργασίες που θα πραγματοποιηθούν για την τελική παραγωγή του σχεδίου είναι:

- Επιλογή σημείων περιμετρικά του Ο.Τ. για την ίδρυση πολυγωνικής κύριας όδευσης από την οποία γίνεται η αποτύπωση.
- Δημιουργία τριγωνομετρικών σημείων, οι συντεταγμένες των οποίων μετρούνται με δέκτες GNSS, έτσι ώστε να γίνει η εξάρτηση τους από το εθνικό σύστημα αναφοράς .
- Μέτρηση κορυφών πολυγωνικής όδευσης με χρήση γεωδαιτικού σταθμού.
- Επιλογή σημείων δημιουργίας “τυφλών στάσεων” οι οποίες δεν χρησιμοποιούνται κατά την επίλυση της κύριας όδευσης και χρησιμεύουν ώστε να γίνει η αποτύπωση σε σημεία όπου δεν υπάρχει οπτική επαφή από τις στάσεις της κύριας όδευσης.
- Διαδικασία Ταχυμετρίας – Δημιουργία Κροκί.
- Μετρήσεις RTK
- Επίλυση των στατικών δορυφορικών μετρήσεων με την βοήθεια ειδικού λογισμικού
- Επίλυση Όδευσης – Απόδοση Συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ87 σε όλες τις στάσεις της κύριας όδευσης.
- Επίλυση Ταχυμετρίας - Απόδοση Συντεταγμένων στο ΕΓΣΑ87 σε όλες τις “τυφλές στάσεις” καθώς και σε όλα τα σημεία λεπτομέρειας της αποτύπωσης.
- Εισαγωγή των σημείων σε σχεδιαστικό πρόγραμμα
- Σχεδιαστική Απόδοση με την βοήθεια ειδικού λογισμικού.

3.1. Μεθοδολογία Αποτύπωσης

3.1.1. Μέθοδοι μετρήσεων με δορυφορικούς δέκτες GNSS

Η μέθοδος μέτρησης που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό θέσης με δέκτες GNSS εξαρτάται κυρίως από την ακρίβεια που απαιτείται σε κάθε εφαρμογή και από το συνολικό χρόνο παρατήρησης. Γενικός στόχος είναι η επίτευξη της μεγαλύτερης δυνατής ακρίβειας στο μικρότερο δυνατό χρόνο παρατήρησης.

Μια πρώτη διάκριση των μεθόδων δορυφορικού εντοπισμού αφορά τον χρόνο υπολογισμού των συντεταγμένων:

- Ο προσδιορισμός συντεταγμένων σε πραγματικό χρόνο (real time positioning), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες την χρονική στιγμή εκτέλεσης των μετρήσεων.

- Ο εκ των υστέρων προσδιορισμός (post processing positioning), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, στο γραφείο.

Μία άλλη διάκριση αφορά στην κίνηση των επίγειων δεκτών κατά τη διάρκεια των μετρήσεων:

- Ο στατικός εντοπισμός (static positioning), όπου ο δέκτης παραμένει ακίνητος στο σημείο τοποθέτησης του κατά την διάρκεια των μετρήσεων, στο πεδίο.
- Ο κινηματικός εντοπισμός (kinematic positioning), όπου προσδιορίζονται οι συντεταγμένες ενός δέκτη, ο οποίος κινείται, καταγράφοντας μετρήσεις σε όλη την διάρκεια του είτε σε τυχαίες θέσεις, είτε σε σημεία που επιλέγει ο χρήστης.

Τέλος δύο άλλες κατηγορίες δορυφορικού εντοπισμού που έχουν αναπτυχθεί, διαφοροποιούν κυρίως την αβεβαιότητα του προσδιορισμού και άρα τις εφαρμογές:

- Ο απόλυτος εντοπισμός (absolute positioning) ο οποίος είναι μεγάλης αβεβαιότητας της τάξης των μερικών [m], λόγω της χρήσης μόνο ενός δέκτη, και δεν είναι κατάλληλος για γεωδαιτικές εφαρμογές.
- Ο σχετικός εντοπισμός (relative positioning) ο οποίος χρησιμοποιείται κυρίως σε γεωδαιτικές εφαρμογές. Προϋποθέτει την πρόσβαση και την λήψη μετρήσεων από κάποιο σημείο γνωστών συντεταγμένων και την χρήση τουλάχιστον δύο δεκτών. Από αυτούς ο ένας παραμένει σταθερά τοποθετημένος σε σημείο γνωστών συντεταγμένων σε όλη την διάρκεια των παρατηρήσεων και ονομάζεται δέκτης αναφοράς (base receiver). Ο δεύτερος δέκτης, που ονομάζεται κινούμενος (rover receiver) τοποθετείται διαδοχικά στα σημεία των οποίων ζητούνται οι συντεταγμένες και παραμένει σε κάθε ένα για τον απαιτούμενο χρόνο. Στον εντοπισμό αυτόν μετά από κατάλληλη επεξεργασία προσδιορίζεται το προσανατολισμένο τρισδιάστατο διάνυσμα (ΔX , ΔY , ΔZ) της βάσης (δηλαδή του μήκους, Base length) μεταξύ του δέκτη αναφοράς (γνωστό σημείο) και του κινούμενου δέκτη δίνονται τελικά από τη σχέση:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{κινούμενου}} \text{ ή αγνώστου} = \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}_{\text{αναφοράς}} \text{ ή αγνώστου} + \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix}$$

Η αβεβαιότητα του σχετικού εντοπισμού τα $\pm 3\text{mm} - \pm 5\text{mm}$.

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι ο σχετικός στατικός εντοπισμός (Static) και ο σχετικός κινηματικός εντοπισμός RTK (Real Time Kinematic).

Σχετικός στατικός εντοπισμός (Static)

Στην μέθοδο αυτή ο δεύτερος δέκτης (rover) κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων παραμένει ακίνητος σε κάθε άγνωστο σημείο, για χρονικό διάστημα που κυμαίνεται από περίπου 10 λεπτά έως αρκετές ώρες . Πιο συγκεκριμένα :

- για βάσεις μέχρι 5 Km η διάρκεια των μετρήσεων είναι περίπου 15 πρώτα λεπτά
- για βάσεις από 5 Km έως 15 Km η διάρκεια των μετρήσεων αυξάνει σε περίπου μια ώρα
- για μεγαλύτερες βάσεις (περίπτωση όχι συνήθης στις τρέχουσες εφαρμογές) απαιτούνται μερικές ώρες
- η γωνία αποκοπής (cut –off angle, elevation angle/mask) ορίζεται κατά κανόνα στις 15° , που σημαίνει ότι κάτω από την γωνία αυτή δεν παρακολουθούνται δορυφόροι και συνεπώς δεν καταγράφονται μετρήσεις.

Στοιχεία σχεδιασμού μετρήσεων στο πεδίο

- Αναγνώριση της περιοχής των εργασιών για την επιλογή της κατάλληλης θέσης σημείων (καλός ορίζοντας, όχι κοντά σε εμπόδια και πηγές παρεμβολών , εύκολη προσβασιμότητα).
- Δημιουργία κατάλληλων εντύπων για την καταγραφή σημαντικών πληροφοριών κατά την διάρκεια των μετρήσεων (ημερομηνία, όνομα σημείου, ύψος κεραίας και ώρα έναρξης και λήξης μετρήσεων)

Ρυθμίσεις του δέκτη

- Επιλογή ρύθμισης για καταγραφή στατικών μετρήσεων
- Η γωνία αποκοπής ορίζεται κατά κανόνα στις 15° .

Σχετικός κινηματικός εντοπισμός RTK (Real time Kinematic)

Η μέθοδος RTK (Real-Time Kinematic) είναι ο δορυφορικός εντοπισμός με χρήση της μέτρησης φάσης του φέροντος κύματος σε πραγματικό χρόνο. Στην μέθοδο αυτή ο κινούμενος δέκτης περιφέρεται στα άγνωστα σημεία, παραμένοντας σε αυτά μερικά δευτερόλεπτα . Όταν ένας δέκτης έχει επιλύσει την ασάφεια φάσης, η ακρίβεια στον υπολογισμό της θέσης κυμαίνεται από 0.5 έως 2 cm οριζοντιογραφικά και από 1 έως 3 cm υψομετρικά (ανάλογα με την ικανότητα της κεραίας να εξαλείφει το "multipath", Leick, 1990, Seeber, 1993).

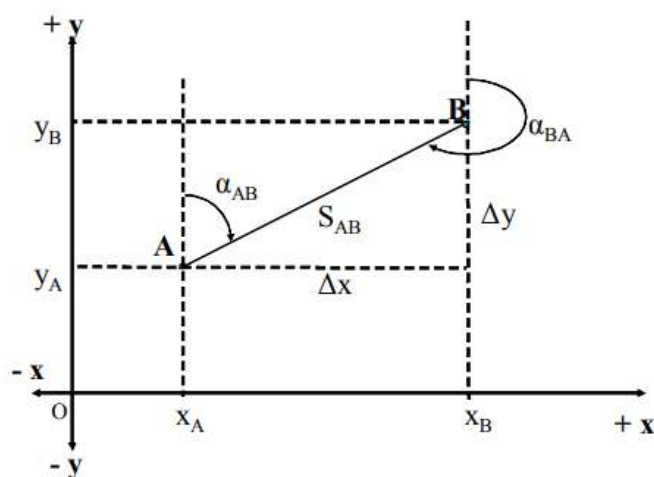
Επομένως, για τις μετρήσεις RTK η σημαντικότερη παράμετρος είναι η επίλυση της ασάφειας φάσης. Το πιο κρίσιμο ερώτημα αφορά το μέγεθος του χρονικού διαστήματος που χρειάζεται για να επιλυθεί αυτή η ασάφεια φάσης αξιόπιστα από την στιγμή που ο δέκτης λαμβάνει σήματα από τους δορυφόρους. Σε περίπτωση που δεν επιλυθεί σωστά η ασάφεια φάσης τότε είναι σαν να έχουν διαβαστεί λάθος οι διαβαθμίσεις των μέτρων και να δίνεται έμφαση στην ανάγνωση των χιλιοστών.

3.1.2. Θεμελιώδη προβλήματα της Τοπογραφίας

Ένα από τα βασικά προβλήματα της Γεωδαισίας είναι ο προσδιορισμός της σχετικής θέσης σημείων της επιφάνειας του εδάφους. Η σχετική θέση ενός σημείου A ως προς άλλο σημείο B μπορεί να υπολογισθεί ως προς ένα κοινό, και για τα δύο σημεία, σύστημα συντεταγμένων. Επίσης μπορεί να προσδιορισθεί το μήκος μεταξύ των δύο σημείων και η γωνία διεύθυνσης τους. Αυτοί οι υπολογισμοί αποτελούν τα τρία θεμελιώδη προβλήματα της Γεωδαισίας ενώ ο συνδυασμός τους επιτρέπει την αντιμετώπιση ενός μεγάλου μέρους εφαρμογών στην Γεωδαισία.

Πρώτο Θεμελιώδες Πρόβλημα

Στο πρόβλημα αυτό γίνεται ο υπολογισμός των συντεταγμένων ενός σημείου B, όταν είναι γνωστά οι συντεταγμένες ενός άλλου σημείου A, η απόσταση S μεταξύ των σημείων και η γωνία διεύθυνσης α_{AB} της πλευράς AB.



Σχήμα 1 Υπολογισμός συντεταγμένων του σημείου B

Από το Σχήμα 1 φαίνεται:

$$\Delta y = y_B - y_A \Rightarrow y_B = y_A + \Delta y \quad (1)$$

$$\Delta x = x_B - x_A \Rightarrow x_B = x_A + \Delta x \quad (2)$$

Επίσης ισχύει

$$\Delta y = S_{AB} * \cos \alpha_{AB} \text{ και } \Delta x = S_{AB} * \sin \alpha_{AB} \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας την σχέση (1,2) + (3)

$$y_B = y_A + S_{AB} * \cos \alpha_{AB}$$

$$x_B = x_A + S_{AB} * \sin \alpha_{AB}$$

Δεύτερο Θεμελιώδες Πρόβλημα

Το πρόβλημα αυτό αναφέρεται στον υπολογισμό της απόστασης S μεταξύ δύο σημείων A και B και της γωνίας διεύθυνσης α_{AB} της πλευράς AB όταν είναι γνωστές οι συντεταγμένες των σημείων A και B .

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 1 είναι:

$$\tan \alpha_{AB} = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{x_B - x_A}{y_B - y_A} \quad \text{ή} \quad \alpha_{AB} = \arctan \frac{\Delta x}{\Delta y} \quad (4)$$

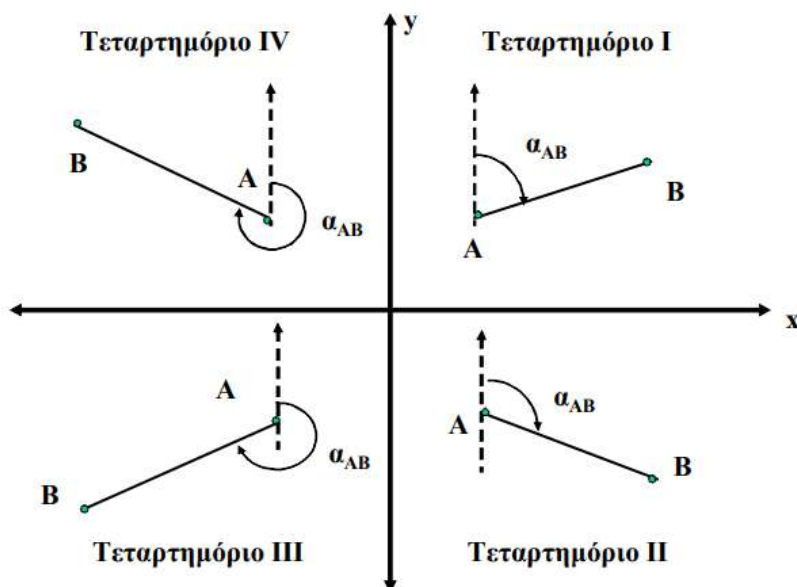
$$S_{AB} = \frac{\Delta x}{\sin \alpha_{AB}} = \frac{\Delta y}{\cos \alpha_{AB}} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (5)$$

Η γωνία α_{AB} , όπως υπολογίζεται από την πρώτη εξίσωση της σχέσης (3), μπορεί να πάρει μία από τις τιμές τεσσάρων γωνιών μεταξύ 0° και 400° .

Έτσι, αρκεί να λάβουμε την τιμή της γωνίας που αντιστοιχεί στην εφαπτομένη:

$$\tan \alpha = \frac{|\Delta x|}{|\Delta y|} \quad \text{ή} \quad \alpha = \arctan \alpha = \frac{|\Delta x|}{|\Delta y|}$$

Στην συνέχεια, ανάλογα με τα πρόσημα των Δx και Δy , εφαρμόζουμε τον κατάλληλο τύπο όπως φαίνεται στο Σχήμα (2) και στον Πίνακα 2.



Σχήμα 2 Η γωνία διεύθυνσης μεταβάλλεται βάσει του τεταρτημορίου των συντεταγμένων των σημείων στο οποίο κείται

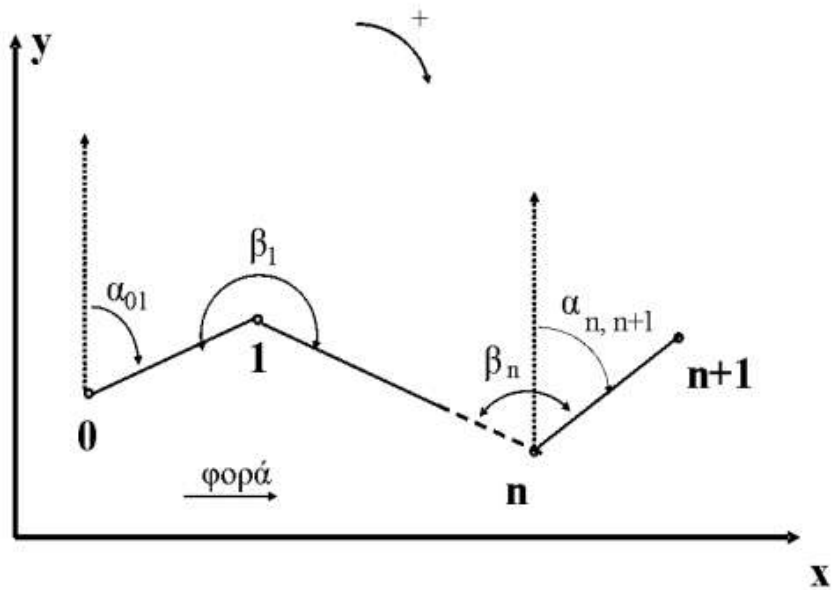
Αν	$\frac{\Delta x}{\Delta y}$	$\frac{+}{+}$	τότε	$\alpha_{AB} = \alpha$
Αν	$\frac{\Delta x}{\Delta y}$	$\frac{+}{-}$	τότε	$\alpha_{AB} = 200^\circ - \alpha$
Αν	$\frac{\Delta x}{\Delta y}$	$\frac{-}{-}$	τότε	$\alpha_{AB} = 200^\circ + \alpha$
Αν	$\frac{\Delta x}{\Delta y}$	$\frac{-}{+}$	τότε	$\alpha_{AB} = 400^\circ - \alpha$
Επισης				
Αν	$\Delta x = 0$	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> \nearrow \searrow </div> <div> αν $\Delta y \geq 0$ τότε $\alpha_{AB} = 0^\circ$ αν $\Delta y < 0$ τότε $\alpha_{AB} = 200^\circ$ </div> </div>		
Αν	$\Delta y = 0$	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> \nearrow \searrow </div> <div> αν $\Delta x > 0$ τότε $\alpha_{AB} = 100^\circ$ αν $\Delta x < 0$ τότε $\alpha_{AB} = 300^\circ$ </div> </div>		

Πίνακας 2 Διερεύνηση προσήμου για τον υπολογισμό της τιμής της γωνίας διεύθυνσης

Τρίτο Θεμελιώδες Πρόβλημα

Περισσότερα από ένα σημεία $0, 1, 2, \dots, n$, τα οποία είναι πάνω στο έδαφος και ζητείται ο προσδιορισμός της θέσης τους, ορίζουν μια τεθλασμένη γραμμή. Στην Γεωδαισία η γραμμή αυτή ονομάζεται πολυγωνική όδευση ή απλά όδευση γιατί έχει αρχή, τέλος και φορά. Στο Σχήμα 3 φαίνονται εκτός από τις γωνίες διεύθυνσης των πλευρών μεταξύ των σημείων, οι γωνίες θλάσης β_i μεταξύ των δύο διαδοχικών πλευρών. Η γωνία θλάσης «γράφεται» όταν η προηγούμενη πλευρά στραφεί κατά την θετική φορά μέχρι να συμπέσει με την επόμενη πλευρά.

Το τρίτο πρόβλημα αναφέρεται στον υπολογισμό της γωνίας διεύθυνσης $\alpha_{n,n+1}$ της πλευράς $S_{n,n+1}$ όταν δίνονται οι γωνίες θλάσης $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ μιας όδευσης και η γωνία διεύθυνσης της πρώτης πλευράς α_{01} .



Σχήμα 3 Πολυγωνική όδευση

Η ζητούμενη γωνία διεύθυνσης υπολογίζεται από την σχέση:

$$a_{n,n+1}^{grad} = a_{01}^{grad} + \sum \beta_i + n \times 200^{grad} - k \times 400^{grad}. \quad (6)$$

$$a_{n,n+1}^{deg} = a_{01}^{deg} + \sum \beta_i + n \times 180^{grad} - k \times 360^{grad}.$$

όπου, $i = 1, 2, \dots, n$ και $k =$ ακέραιος $0, 1, 2, \dots$

Αν από τις αριθμητικές πράξεις προκύψουν μεγαλύτερες τιμές των 400 βαθμών για την γωνία α , τότε αφαιρούνται τόσες ακέραιες περιφέρειες (δηλ. 400^g) όσες χρειάζεται για να μείνει τελικά η τιμή της γωνίας διεύθυνσης μεταξύ 0^g και 400^g .

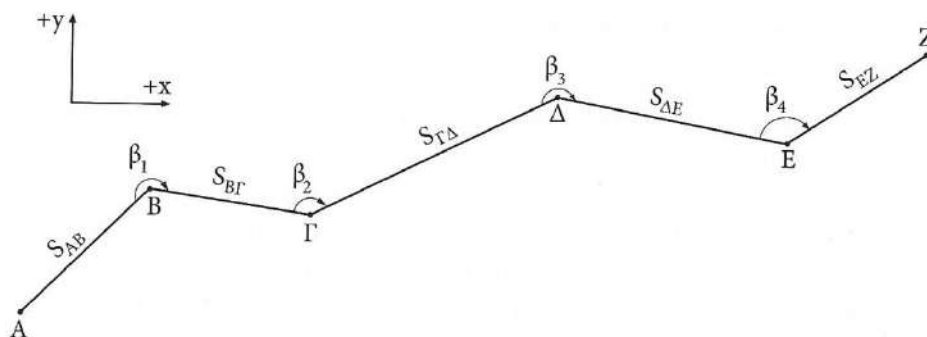
3.1.3. Τοπογραφικές μέθοδοι μετρήσεων με γεωδαιτικό σταθμό

Πολυγωνομετρική μέθοδος

Με τη μέθοδο της πολυγωνομετρίας επιτυγχάνεται η πύκνωση ενός υφιστάμενου κρατικού ή τοπικού δικτύου ή η ίδρυση ενός νέου τοπικού αυθαίρετου δικτύου, με τη δημιουργία πολυγωνικών οδεύσεων. Ως πολυγωνική όδευση ή απλά όδευση ορίζεται μία τεθλασμένη γραμμή (σχήμα 4) που αποτελείται από κορυφές (σημεία) των οποίων ζητούνται οι συντεταγμένες σε κάποιο σύστημα αναφοράς. Τα στοιχεία μίας όδευσης είναι οι κορυφές, οι πλευρές και οι γωνίες θλάσης.

- Οι κορυφές της όδευσης, οι οποίες ονομάζονται και πολυγωνικά σημεία, υλοποιούνται συνήθως στο έδαφος. Πρέπει να είναι όλα απαραίτητα προσβάσιμα και ανά δύο διαδοχικά να έχουν αμοιβαία ορατότητα.
- Πλευρά της όδευσης είναι το ευθύγραμμο τμήμα που ορίζεται από την προβολή δύο διαδοχικών κορυφών της στο οριζόντιο επίπεδο. Στην πολυγωνική όδευση του σχήματος 4 οι πλευρές είναι οι AB, ΒΓ, ΓΔ, ΔΕ, ΕΖ. Το μέτρο κάθε πλευράς είναι η απόσταση ($S_{AB}, S_{BΓ}, S_{ΓΔ}, S_{ΔΕ}, S_{ΕΖ}$).
- Γωνιά θλάσης της όδευσης είναι η οριζόντια γωνία που ορίζεται από δυο διαδοχικές πλευρές της, όταν η προηγούμενη πλευρά στραφεί δεξιόστροφα ώστε να συναντήσει την επόμενη (σύμφωνα με τη φορά κίνησης που έχει ορισθεί).

Στην πολυγωνική όδευση του σχήματος 4 οι γωνίες θλάσης είναι οι $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ με φορά κίνησης από την κορυφή Α προς την κορυφή Ζ



Σχήμα 4 Ανοικτή πολυγωνική όδευση

Οι μετρήσεις στην πολυγωνομετρία αποβλέπουν στον προσδιορισμό των τιμών των αποστάσεων, των οριζόντιων γωνιών και των υψομετρικών διαφορών, που σχηματίζονται μεταξύ των διαδοχικών κορυφών κάθε πολυγωνικής όδευσης. Οι υπολογισμοί στην πολυγωνομετρία είναι γνωστοί ως επίλυση όδευσης και αποβλέπουν αρχικά στον προσδιορισμό των συντεταγμένων x_i, y_i των κορυφών της όδευσης σε ένα επίπεδο καρτεσιανό σύστημα κρατικού ή τοπικό – αυθαίρετο.

Είδη πολυγωνικών οδεύσεων

Οι πολυγωνικές οδεύσεις διακρίνονται ανάλογα με :

- Το σχήμα τους,
- το σύστημα αναφοράς στο οποίο εντάσσονται,
- την ποιότητα εξάρτησης και
- την αβεβαιότητα προσδιορισμού των συντεταγμένων των κορυφών τους.

Ανάλογα με το σχήμα τους διακρίνονται σε

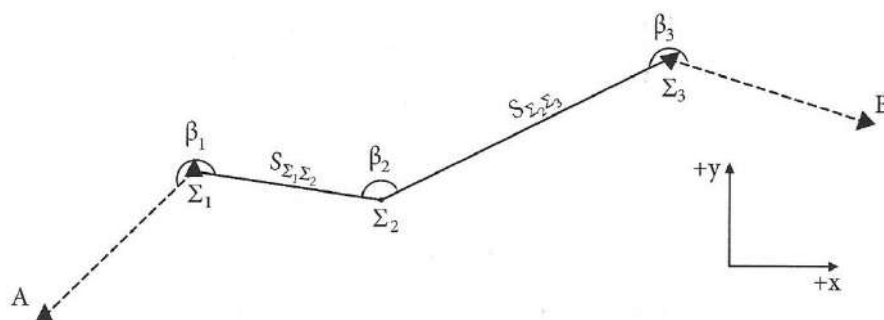
- ανοιχτές οδεύσεις (αρχή και το τέλος τους είναι ανεξάρτητα σημεία (δεν συμπίπτουν)) και
- κλειστές οδεύσεις (έχουν τη μορφή κλειστού πολυγώνου).

Ανάλογα με το σύστημα αναφοράς διακρίνονται σε:

- Ανεξάρτητες οδεύσεις . Ανεξάρτητη όδευση ανοιχτή ή κλειστή ονομάζεται όταν το σύστημα συντεταγμένων των κορυφών της είναι τοπικό- αυθαίρετο. Τότε ορίζονται αυθαίρετες συντεταγμένες x, y στη πρώτη κορυφή της και αυθαίρετη γωνία διεύθυνσης α_{AB} στην αρχική πλευρά της.
- Εξαρτημένες οδεύσεις ονομάζονται όταν εντάσσονται στο κρατικό σύστημα αναφοράς.

Στην παρούσα εργασία ακολουθήθηκε η διαδικασία της ανοιχτής (πλήρως) εξαρτημένης από τα δύο άκρα όδευση όπου:

- Η πρώτη της και η τελευταία της κορυφή είναι σημεία γνωστών συντεταγμένων.
- Μετρούνται δύο γωνίες εξάρτησης, της πρώτης και της τελευταίας πλευράς της, σε σχέση με τις διευθύνσεις που ορίζονται από την πρώτη και τελευταία κορυφή της και δύο άλλα σημεία γνωστών συντεταγμένων αντίστοιχα (σημεία εξάρτησης)



Σχήμα 5 Ανοιχτή πλήρως εξαρτημένη όδευση

Στην όδευση του σχήματος 5 η πρώτη κορυφή είναι η Σ_1 (γνωστών συντεταγμένων), η τελευταία κορυφή είναι η Σ_3 (γνωστών συντεταγμένων). Οι γωνίες εξάρτησης είναι η β_1 , που σχηματίζει η διεύθυνση $A\Sigma_1$, (η κορυφή A είναι σημείο γνωστών συντεταγμένων) με την πλευρά $\Sigma_1 \Sigma_2$ και η β_3 , που σχηματίζει η πλευρά $\Sigma_2 \Sigma_3$ με την διεύθυνση $\Sigma_3 B$ (όπου η κορυφή B είναι σημείο γνωστών συντεταγμένων). Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατή η μέτρηση και των δύο γωνιών εξάρτησης προς το ίδιο σημείο εξάρτησης, δηλαδή τα σημεία A και B ταυτίζονται. Γενικότερα για μία ανοιχτή πλήρως εξαρτημένη όδευση με n κορυφές, απαιτούνται τέσσερα (ή τρία) σημεία γνωστών συντεταγμένων και μετρούνται η οριζόντιες γωνίες (δύο γωνίες εξάρτησης, n-2 γωνίες θλάσης) και n-1 μήκη.

Βήματα επίλυσης όδευσης

Για την επίλυση της όδευσης οι τύποι που χρησιμοποιούνται είναι αυτοί των θεμελιωδών προβλημάτων της τοπογραφίας :

- Υπολογισμός γωνίας διεύθυνσης α_{n+1} με την χρήση του τύπου (6) (3ο Θεμελιώδες)
- Υπολογισμός γωνίας διεύθυνσης α^*_{n+1} με την χρήση του τύπου (4) (2ο Θεμελιώδες)
- Υπολογισμός γωνιακού σφάλματος $\text{Σφάλμα} = \text{Πρέπει} - \text{Είναι} (\alpha^*_{n+1} - \alpha_{n+1})$
- Υπολογισμός οριζόντιων αποστάσεων (αναγωγή από κεκλιμένες)
- Υπολογισμός των Συντεταγμένων με εφαρμογή των τύπων (1),(2) και των γωνιών διεύθυνσης που υπολογίστηκαν σε παραπάνω βήμα.
- Υπολογισμός γραμμικού σφάλματος κατά X, $WX = X^*_n - X_n$ (όπου X^*_n είναι η δεδομένη συντεταγμένη του γνωστού σημείου και X_n , είναι η συντεταγμένη που υπολογίζεται με την διαδοχική εφαρμογή του 1ου Θεμελιώδους, τύπος (1))
- Υπολογισμός γραμμικού σφάλματος κατά Y, $WY = Y^*_n - Y_n$ (όπου Y^*_n είναι η δεδομένη συντεταγμένη του γνωστού σημείου και Y_n , είναι η συντεταγμένη που υπολογίζεται με την διαδοχική εφαρμογή του 1ου Θεμελιώδους, τύπος (2))
- Υπολογισμός γραμμικού σφάλματος κλεισίματος της όδευσης $W_s = \sqrt{WX^2 + WY^2}$
- Υπολογισμός τελικών συντεταγμένων σημείων “μοιράζοντας” τόσο το γωνιακό όσο και το γραμμικό σφάλμα έτσι ώστε $(\alpha^*_{n+1} - \alpha_{n+1}) = 0$ και $X^*_n - X_n = 0, Y^*_n - Y_n = 0$

Αφού επιλυθεί η όδευση γίνονται οι έλεγχοι των σφαλμάτων κλεισίματος σύμφωνα με τις ελληνικές προδιαγραφές των οδεύσεων οι οποίες παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες. Αν η όδευση εμφανίζει σφάλματα μεγαλύτερα των ορίων που έχουν τεθεί, τότε είτε γίνεται ποιοτικός έλεγχος στις μετρήσεις, είτε επαναλαμβάνεται η διαδικασία των μετρήσεων. Εφόσον η όδευση είναι εντός γωνιακών (Πίνακας 3) και γραμμικών σφαλμάτων (Πίνακας 4), στην συνέχεια υπολογίζονται οι οριζοντιογραφικές συντεταγμένες (X, Y) στις κορυφές (στάσεις) της και τα υψόμετρα υπολογίζονται ταχυμετρικά.

Κλίμακες	Έδαφος ομαλό		Έδαφος κεκλιμένο	
	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα
1:200	\sqrt{N}	$1.5\sqrt{N}$	$2\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$
1:500	$2\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$	$3\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$
1:1.000 1:2.000	$2\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$8\sqrt{N}$
1:5.000 1:10.000	$3\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$5\sqrt{N}$	$8\sqrt{N}$

Πίνακας 3 Μέγιστα όρια του γωνιακού σφάλματος κλεισίματος

Κλίμακες	Έδαφος ομαλό		Έδαφος κεκλιμένο	
	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα	Πρωτεύουσα	Δευτερεύουσα
1:200 1:500	$0.005\sqrt{D} + 0.05$	$0.01\sqrt{D} + 0.05$	$0.01\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.10$
1:1000	$0.01\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.10$	$0.02\sqrt{D} + 0.20$	$0.04\sqrt{D} + 0.20$
1:2000	$0.02\sqrt{D} + 0.10$	$0.04\sqrt{D} + 0.10$	$0.04\sqrt{D} + 0.20$	$0.08\sqrt{D} + 0.20$
1:5000	$0.04\sqrt{D} + 0.20$	$0.06\sqrt{D} + 0.20$	$0.06\sqrt{D} + 0.40$	$0.10\sqrt{D} + 0.40$
1:10000	$0.10\sqrt{D} + 0.30$	$0.15\sqrt{D} + 0.30$	$0.15\sqrt{D} + 0.30$	$0.20\sqrt{D} + 0.30$

Πίνακας 4 Μέγιστα όρια του ολικού γραμμικού σφάλματος κλεισίματος

Απαραίτητος γεωδαιτικός εξοπλισμός

- Γεωδαιτικός σταθμός (Total station)
- Τρίποδας
- Στυλεός
- Ανακλαστήρας
- Μετροταινία

Μέθοδος των πολικών συντεταγμένων

Σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως για την αποτύπωση σημείων λεπτομέρειας και εφαρμόζεται όταν είναι δυνατή η άμεση μέτρηση του μήκους προς το σκοπευόμενο σημείο. Για την άμεση μέτρηση του μήκους μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

- Απλή μετροταινία ,
- Απλοί ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί και ειδικοί ανακλαστήρες είτε,
- Ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί , που μετρούν το μήκος χωρίς τη χρήση ανακλαστήρα (reflectorless)

Για την εφαρμογή της μεθόδου ο τυπικά απαιτούμενος εξοπλισμός είναι: ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός (Total station), τρίποδας , στυλεός, ανακλαστήρας και μετροταινία για την μέτρηση του ύψους οργάνου.

Η διαδικασία συλλογής των μετρήσεων γίνεται με τα εξής βήματα:

1. Κέντρωση του γεωδαιτικού σταθμού στο σημείο B
2. Οριζοντίωση του γεωδαιτικού σταθμού
3. Μέτρηση του Υ.Ο. (κεκλιμένο) του γεωδαιτικού σταθμού
4. Σκόπευση στο σημείο A
5. Μηδενισμός οριζόντιου δίσκου ή λήψη ανάγνωσης οριζόντιας διεύθυνσης στο A
6. Τοποθέτηση σε κατακόρυφη θέση του συστήματος στυλεού – ανακλαστήρα στο σημείο λεπτομέρειας i.
7. Σκόπευση του σημείου i (κέντρο ανακλαστήρα ή απευθείας)

8. Μέτρηση – καταγραφή της οριζόντιας διεύθυνσης στο i, D_{Bi}, z_i, Y_S (είναι μηδέν όταν η σκόπευση γίνεται απευθείας στο σημείο)
9. Τέλος διαδικασίας

Τα μετρούμενα μεγέθη για κάθε σημείο λεπτομέρειας είναι :

- Το μήκος D_{Bi} ,
- η ζενίθια γωνία z ,
- η οριζόντια γωνία β ,
- το ύψος οργάνου Y_O ,
- το ύψος στόχου Y_S . Το ύψος στόχου, όταν η σκόπευση γίνεται ακριβώς στο επιθυμητό σημείο (χωρίς χρήση ανακλαστήρα), είναι μηδέν.

Τα στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε είναι οι συντεταγμένες x_B, y_B, H_B ή z_B και x_A, y_A των κορυφών B και A του δικτύου, όπου τοποθετείται και προσανατολίζεται ο γεωδαιτικός σταθμός, αντίστοιχα. Αν το σημείο λεπτομέρειας βρίσκεται στο έδαφος, τότε επισημαίνεται εύκολα με την χρήση του στυλεού, ο οποίος τοποθετείται σε κατακόρυφη θέση πάνω από αυτό. Σε διαφορετική περίπτωση η επισήμανση του σκοπευόμενου σημείου γίνεται άμεσα με την χρήση της ακτίνας (κόκκινου) ορατού laser, που έχουν τη δυνατότητα να εκπέμπουν οι σύγχρονοι ολοκληρωμένοι γεωδαιτικοί σταθμοί. Με την μέθοδο αυτή μπορούν να αποτυπωθούν προσιτά ή απρόσιτα σημεία.

3.2. Εξοπλισμός Και Τεχνικές Προδιαγραφές

Τα γεωδαιτικά όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην διεξαγωγή της πτυχιακής εργασίας ήταν ένας πλήρης γεωδαιτικός σταθμός Stonex R25/ R25LR (Εικόνα 9), ένας μεμονωμένος δέκτης GNSS Stonex S10A (Εικόνα 10) καθώς και ένας μεμονωμένος δέκτης GNSS Stonex S9III Plus (Εικόνα 11) που λειτουργούν αυτόνομα με την μέθοδο RTK.

3.2.1. Ολοκληρωμένος Γεωδαιτικός Σταθμός Stonex R25/ R25LR



Εικόνα 9 Ολοκληρωμένος γεωδαιτικός σταθμός Stonex R25/ R25LR

Αναφορικά μερικά από τα χαρακτηριστικά:

- Διαθέτει μηχανισμούς ατέρμονης κίνησης και Trigger Key
- Το κτηματολόγιο, η χαρτογράφηση, η αποθήκευση και η εκτέλεση εργασιών παρακολούθησης υψηλής ακρίβειας.
- Το R25 / R25LR ενσωματωμένο λογισμικό πεδίου είναι πρακτικά μια ολοκληρωμένη σουίτα εφαρμογών, ακόμη είναι δυνατή η σύνδεση με εξωτερικό καταγραφικό μέσω της ασύρματης σύνδεσης Bluetooth™. Λογισμικό οδοποιίας περιλαμβάνεται στάνταρ σε κάθε Stonex R25 / R25LR.
- Το R25 / R25LR εγγυάται μετρήσεις υψηλής ακρίβειας: 600 μέτρα σε λειτουργία χωρίς πρίσμα και έως 5000 μέτρα χρησιμοποιώντας ένα πρίσμα, με ακρίβεια χιλιοστών (Πίνακας 5).
- Η μέτρηση των αποστάσεων γίνεται σε ένα δευτερόλεπτο με ακρίβεια 2mm. Το ευρύ φάσμα ενσωματωμένων λογισμικών επιτρέπει την ολοκλήρωση των εργασιών του τοπογράφου απευθείας στο πεδίο.
- Χάρη στον σχεδιασμό κυκλώματος χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας και στις δύο μπαταρίες υψηλής χωρητικότητας το R25 / R25LR δίνει την δυνατότητα συνεχούς εργασίας για περίπου 13 ώρες.
- Έχει εσωτερική μνήμη 4 Gb και η κάρτα SD έως 16 Gb που αποθηκεύουν ένα τεράστιο όγκο δεδομένων.
- Οι αλλαγές θερμοκρασίας και πίεσης έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ακρίβεια των μετρήσεων απόστασης για αυτό το R25 / R25LR παρακολουθεί τις αλλαγές και ρυθμίζει αυτόματα τους υπολογισμούς απόστασης.

Στον Πίνακα 5 φαίνονται αναλυτικά οι προδιαγραφές του γεωδαιτικού σταθμού R25 / R25LR

ANGLE MEASUREMENT		LASER PLUMMET	
Accuracy ¹	2"	Laser type	635nm semiconductor laser
Reading system	Absolute encoder	Accuracy	1mm/1.5 m
Display resolution (selectable)	1" /5" /10" 0.0001g/0.0005g/0.001g 0.01mil/0.05mil/0.1mil	Spot	± 1.5mm/1.5 m
Angle Units	DEG 360°/GON 400/MIL 6.400	LEVEL VIAL SENSITIVITY	
		Plate level	30"/2mm
		Circular level	8"/2mm
TELESCOPE		ENVIRONMENTAL CONDITIONS	
Magnification/ Field of view	30x/1°30'	Operating Temperature	-20° C +50° C
Tube length	156 mm	Storage Temperature	-40° C +70° C
Minimum focus distance	1.0 m (3.26 ft)	Waterproof/Dustproof	IP55
Reticle	ON/OFF	PHYSICAL SPECIFICATION	
Objective aperture	φ 45 mm	Dimensions	206 x 203 x 360 mm
Laser pointer	Red light, coaxial	Weight including battery and tribrach	6.0 Kg
TILT SENSOR		POWER	
Type	Electronic, dual-axis	Battery Voltage/Capacity	7.4V/3.400mAh Li-ion
Compensation range/accuracy	± 3.0°/1"	Operating time (angle measurement)	13 hours
		Operating time (distance meas. every 30 sec)	12 hours
		Operating time (angle + distance meas.)	6 hours
		Battery charger	110/220V, charging time 4h
DISTANCE MEASUREMENT RANGE ²		OTHER SPECIFICATIONS	
Standard mode prism	3.000 m ³	Display/Keyboard	Two sides, LCD 240x128 Dots/Alphanumeric
Long mode prism	5.000 m ⁴	Memory	4Gb internal SD card (max 16Gb)
Reflective sheet (6cm x 6cm)	800 m ⁴	Interface	RS-232C/mini USB/SD card/ Bluetooth
Reflectorless	600 m ⁴ 1.000 m ⁴⁻⁵	Sensor	Temperature/Pressure
DISTANCE MEASUREMENT ACCURACY ⁵		ON BOARD FIELD APPLICATION PROGRAMS	
Standard mode prism	2 mm + 2 ppm	Data recording and management, Stake out, Area & volume, Target offset, Hidden point, COGO, Tie distance, Remote height, Height transfer, Free station, Line/Arc stake out, Construction, Lead measure, Road	
Long mode prism	2 mm + 2.5 ppm		
Reflective sheet (6cm x 6cm)	3 mm + 2 ppm		
Reflectorless	3 mm + 2 ppm		
MEASUREMENT TIME			
Standard mode/Prism (Tracking/Fast/Fine)	0.4/0.6/1.0 sec		
Reflectorless	1.5÷5 sec		
DISTANCE MEASUREMENT			
Distance Unit	m/US ft/INT ft		
Display Resolution	0.001m 0.01ft		

Πίνακας 5 Προδιαγραφές Stonex R25/ R25LR

3.2.2. Δέκτης GNSS Stonex S10A ATLAS



Εικόνα 10 Δέκτης GNSS Stonex S10A Atlas

Αναφορικά μερικά από τα χαρακτηριστικά

- 394 κανάλια παράλληλου εντοπισμού
- Σύστημα ηλεκτρονικής οριζοντίωσης Tilt sensor και προσανατολισμού ηλεκτρονικής αεροστάθμης, επιτρέποντας την μέτρηση υπό κλίση του δέκτη για την αποτύπωση σε μη προσβάσιμες θέσεις σε σχέση με έναν κοινό GNSS.
- Δυνατότητα παρακολούθησης όλων των δορυφορικών συστημάτων προσδιορισμού θέσης, όπως :
 - ✓ American GPS system (Μόνιμα ενεργοποιημένο) L1/L2/L2c/L5
 - ✓ Russian GLONASS Satellite System (Μόνιμα ενεργοποιημένο)
 - ✓ European GALILEO System (αναβαθμίσιμο με την εισαγωγή κωδικού)
 - ✓ Chinese Compass system, (Μόνιμα ενεργοποιημένο)
 - ✓ Japanese Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) (αναβαθμίσιμο με την εισαγωγή κωδικού)
 - ✓ SBASS (Μόνιμα ενεργοποιημένο)
- Διαθέτει Δυνατότητα ταυτόχρονης λειτουργίας Post-Processing και RTK μετρήσεων.
- Είναι πλήρως εναλλάξιμος σε Base-Rover
- Δυνατότητα Static
- Συμβατό με όλα τα δίκτυα σταθμών αναφοράς
- Συμβατό με UHF Trimble, Pacific Crest, Satel κ.α
- 1 X Ενσωματωμένη και 1 αποσπώμενη κάρτα μνήμης SD CARD
- Πανίσχυρο επεξεργαστή
- Φωνητική ενημέρωση
- Αποσπώμενες μπαταρίες
- Εύκολη πρόσβαση στην SIM card (και 3.5 G modem)
- Διαθέτει ασύρματη τεχνολογία WI-FI και Bluetooth που καθιστά το πλήρως απαλλαγμένο από καλώδια κατά την χρήση.
- Είναι ανθεκτικό στις πτώσεις από ύψος 2μ
- Είναι ανθεκτικό στην σκόνη και στο νερό κατά το πρότυπο IP67 με 100%

Στον Πίνακα 6 φαίνονται αναλυτικά οι προδιαγραφές του δέκτη Stonex S10A Atlas

RECEIVER MULTI-FREQUENCY		INTERNAL MODEM	
Satellite Tracked	GPS: L1 C/A, L1C, L1P, L2C, L2P, L5 GLONASS: L1 C/A, L1P, L2C, L2P, L3 BEIDOU: B1, B2, B3 GALILEO: E1, E5a, E5b, Alt-BOC, E6 QZSS: L1 C/A, L1C, L2C, L5 SBAS: L1, L5	Band	GSM/GPRS/EDGE/3G/LTE: 850/900/1800/1900 MHz WCDMA/HSDPA: 800/850/900/1900/2100 MHz
L-Band	Atlas H10 / H30 / Basic	COMMUNICATION	
Channels	600	I/O Connectors	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multifunction cable with USB interface for PC connection
Position Rate	5 Hz, optional up to 20 Hz	Bluetooth	2.4 GHz class II
Signal Reacquisition	< 1 sec	Wi-Fi	802.11 b/g/n
RTK Signal Initialization	Typically < 4 sec	Web UI	To upgrade the software, manage the status and settings, data download, etc. via smart phone, tablet or other internet enabled electronic device
Hot Start	Typically < 15 sec	Reference outputs	RTCM 2.3, 3.0, 3.1, 3.2 CMR, CMR+
Initialization Reliability	> 99.9 %	Navigation outputs	GGA, ZDA, GSA, GSV, GST, VTG, RMC, GLL
Internal Memory	8 GB	POWER SUPPLY	
Micro SD Card	Expansion slot up to 32 GB	Battery	Rechargeable and replaceable 10.8 V - 3400 mAh Intelligent lithium battery
POSITIONING ¹		Voltage	9 to 22 V DC external power input with over-voltage protection (5 pins Lemo)
HIGH PRECISION STATIC SURVEYING		Working Time	Up to 8 hours (1 battery)
Horizontal	2.5 mm + 0.1 ppm RMS	Charge Time	Typically 4 hours
Vertical	3.5 mm + 0.4 ppm RMS	PHYSICAL SPECIFICATION	
FAST STATIC		Dimensions	φ 140 mm x 145 mm
Horizontal	3 mm + 0.5 ppm RMS	Weight	1.25 Kg (w/o battery) 1.45 Kg (with battery)
Vertical	5 mm + 0.5 ppm RMS	Operating Temperature	-40°C to 65°C (-40°F to 149°F)
CODE DIFFERENTIAL POSITIONING		Storage Temperature	-40°C to 85°C (-40°F to 185°F)
Horizontal	0.25 m RMS	Waterproof/Dustproof	IP67
Vertical	0.45 m RMS	Shock Resistance	Designed to endure to a 2 m pole drop on concrete floor with no damage
SBAS POSITIONING ²		Vibration	Vibration resistant
Horizontal	0.50 m RMS		
Vertical	0.85 m RMS		
REAL TIME KINEMATIC (< 30 Km) - NETWORK SURVEYING ³			
Fixed RTK Horizontal	8 mm + 0.5 ppm RMS		
Fixed RTK Vertical	15 mm + 0.5 ppm RMS		
INTEGRATED GNSS ANTENNA			
High accuracy four constellation micro-strip antenna, zero phase center, with internal multipath suppressive board			
INTERNAL RADIO			
Type	Tx - Rx		
Frequency Range	410 - 470 MHz		
Channel Spacing	12.5 KHz / 25 KHz		
Maximum Range	3-4 Km in urban environment Up to 10 Km with optimal conditions ⁴		

Πίνακας 6 Προδιαγραφές Stonex S10A Atlas

3.2.3. Δέκτης GNSS S9 III



Εικόνα 11 Δέκτης GNSS S9 III

Το Stonex S9 III έχει δυνατότητα επεξεργασίας έως 220 παράλληλων καναλιών με ικανότητα ταυτόχρονης λήψης σήματος από τα συστήματα δορυφόρων GPS, GLONASS, GALILEO και BeiDou.

Έχει ακριβές και γρήγορο εντοπισμό σήματος δορυφόρου, εσωτερικό UHF ραδιόφωνο μετάδοσης και λήψης, μονάδα GSM / GPRS για σύνδεση δικτύου και απευθείας κλήση και συσκευή Bluetooth για ασύρματους σκοπούς. Το καπάκι από αλουμίνιο επιτρέπει καλύτερη απορρόφηση θερμότητας για το εσωτερικό ραδιόφωνο. Η πιστοποίηση IP67 διασφαλίζει τη βέλτιστη στεγανότητα για μηχανικά εξαρτήματα, υψηλή αντοχή σε κραδασμούς και εντελώς στεγανά έναντι σκόνης.

Αναφορικά μερικά από τα χαρακτηριστικά του είναι:

- Σχεδιασμός για καλύτερες επιδόσεις πεδίου
- Μπροστινό πλαίσιο με ενδεικτικές λυχνίες για μεμονωμένες λειτουργίες που υποδεικνύουν την κατάσταση του δέκτη
- Το εσωτερικό ραδιόφωνο επιτρέπει την επίτευξη έως και 4 km στην αστική περιοχή με επιλέξιμη ισχύ εξόδου 0,5/1 W
- Αυξημένη ακρίβεια σε μακροχρόνιες παρατηρήσεις σε στατική λειτουργία
- Το ραδιόφωνο UHF είναι διαμορφώσιμο (από τον χρήστη) στο εύρος συχνοτήτων 410-470 Mhz. Αυτό επιτρέπει στον χρήστη να συμμορφώνεται με τους τοπικούς νόμους παγκοσμίως

Στον Πίνακα 7 φαίνονται αναλυτικά οι προδιαγραφές του δέκτη Stonex S9III Plus

Receiver		GPRS/GSM module		
Channels	220	Band	Quad-Band GSM 850/900/1800/1900 MHz GPRS Multislot class 12 GSM release 99 EDGE (E-GPRS) Multislot class 10	
Satellite tracked	GPS: Simultaneous L1 C/A, L2E, L2C, L5 GLONASS: Simultaneous L1 C/A, L1P, L2 C/A (GLONASS M Only), L2P SBAS: Simultaneous L1 C/A, L5 GIOVE-A ¹ /GIOVE -B ² : Simultaneous L1 BOC, E5A, E5B, E5AltBOC1 GALILEO ³ : Compliant	Output power	Class 4 (2W) for EGSM850 Class 4 (2W) for EGSM900 Class 1 (1W) for GSM1800 Class 1 (1W) for GSM1900	
	COMPASS: B1 (QPSK), B1- MBOC (6,1, 1/11), B1-2 (QPSK), B2 (QPSK), B2-BOC (10,5)	Power supply		
	Position rate	Up to 20 Hz	Battery	2500mAh high capacity Lithium battery, Voltage 7.2V
	Signal recapture	< 1 sec	Voltage	9 to 15V DC external power input with over-voltage protection
RTK signal initialization	typically < 10 sec	Working time in static mode (GPS+GLONASS)	7 hours	
Initial capture time	typically < 15 sec	Working time in GSM RTK with cable connection (GPS+GLONASS)	6.5 hours	
Internal memory	256 Mb	Working time in GSM RTK with Bluetooth connection (GPS+GLONASS)	around 4 hours	
Micro SD Card	4 Gb Internal Memory (Over 60 days of raw static data storage with recording sample every 1 second)	Charge time	typically 7 hours	
Accuracy specifications⁴		Power consumption	< 3.8 W	
Static horizontal	3 mm ± 0.5 ppm (RMS)	Remaining time battery light blinking	1 hour	
Static vertical	5 mm ± 0.8 ppm (RMS)	Physical specification		
Fixed RTK horizontal	1 cm ± 1 ppm (RMS)	Weight	1.2 Kg with internal battery, radio standard UHF antenna	
Fixed RTK vertical	2 cm ± 1 ppm (RMS)	Operating temperature	-30°C to 60°C (-22°F to 140°F) (internal radio TX 50°C)	
Code differential posit.	0.45 m (CEP)	Storage temperature	-40°C to 80°C (-40°F to 176°F)	
Stand Alone RTK posit.	1.5 m (CEP)	Waterproof/Dustproof	IP67. Protected from temporary immersion to depth of 1 meter and from 100% humidity	
SBAS positioning ⁵	typically < 5 m (3D RMS)	Shock resistance	Designed to survive a 2 m pole drop on concrete	
Communication		Vibration	Vibration resistance	
Connectors I/O	7-pins Lemo and 5-pins Lemo interfaces. Multicable with USB interface for connecting with PC	Winter Grade Option	Operating at -40°C (-40°F)	
Bluetooth device	2.4 Ghz class II: maximum range is 50 m			
Reference outputs	CMR, CMR+, RTCM 2.3, RTCM 3.0, RTCM 3.1			
Navigation outputs	ASCII (NMEA-0183) GSV, AVR, RMC, HDT, VGK, VHD, ROT, GSK, GSA, ZDA, VTG, GST, PJT, PJK, BPQ, GLL, GRS, GBS.			
Internal radio modem (Optional on S9III N)				
Frequency range	410 - 470 MHz			
Channel spacing	25 KHz			
Emitting power	0.5 -1 W			
Maximum range	About 3-4 Km (urban environment)			

Πίνακας 7 Προδιαγραφές S9III

3.2.4. Βοηθητικός εξοπλισμός

Ο επιπλέον εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε για την υλοποίηση των μετρήσεων ήταν ένας πτυσσόμενος στυλεός ανθρακονήματος 2.2 m , ένας τηλεσκοπικός στυλεός αλουμινίου 5.0m, ένα πρίσμα (offset 0 mm), δύο τρίποδες για το στήσιμο του γεωδαιτικού σταθμού και των δεκτών GNSS, μετροταινία 5m για μέτρηση του ύψους του οργάνου καθώς και για μικρές μετρήσεις στο πεδίο, βαριοπούλα, σπρέι, ατσαλόκαρφα τύπου ρομπότ καθώς και μικροί σιδερένιοι πάσσαλοι για την σήμανση και ίδρυση των τοπογραφικών στάσεων (Εικόνα 12).



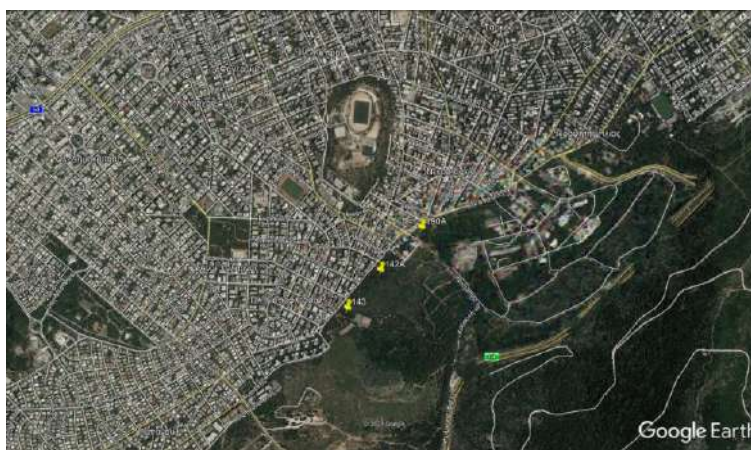
Εικόνα 12 Βοηθητικός εξοπλισμός

4. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΕΔΙΟΥ

4.1. Αναγνώριση της περιοχής μελέτης

Ένα από τα σημαντικά στάδια της αποτύπωσης είναι η αναγνώριση της περιοχής μελέτης. Κατά την αναγνώριση της περιοχής γίνεται ο σχεδιασμός της αποτύπωσης, δημιουργείται ένα γενικό πλάνο της εργασίας, βρίσκονται τα απαραίτητα πολυγωνομετρικά σημεία εξάρτησης και λαμβάνονται αποφάσεις για την επιλογή των θέσεων, των κορυφών της όδευσης και την κατεύθυνση που αυτή θα ακολουθήσει.

Τα Ο.Τ. (Οικοδομικά Τετράγωνα) που ανατέθηκαν για αποτύπωση από τον Δήμο Παπάγου-Χολαργού είναι τα Ο.Τ. 142α, Ο.Τ. 143 και Ο.Τ.190α και απεικονίζεται η θέση τους στην παρακάτω (Εικόνα 13).



Εικόνα 13 Απεικόνιση της περιοχής μελέτης μέσω Google Earth

Τα Ο.Τ. 142α και 143 θεωρούνται ως ένα καθώς πρόκειται για το ίδιο πάρκο πρασίνου. Στα όρια του Ο.Τ.143 βρίσκεται ο όμιλος αντισφαίρισης Χολαργού ο οποίος περιλαμβάνεται και αυτός στην αποτύπωση. Τα Ο.Τ. περιβάλλονται από τις οδούς Ανατολής, Ναυαρίνου καθώς και από πεζόδρομο (Εικόνα 14).



Εικόνα 14 Απόσπασμα ρυμοτομικού σχεδίου Ο.Τ.142α-143 από ε – ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ

Το Ο.Τ. 190α βρίσκεται στους πρόποδες του Υμηττού και περιβάλλεται από τις οδούς Καραολή και Δημητρίου, Ναυαρίνου και Νεαπόλεως. Το συγκεκριμένο Ο.Τ. περιλαμβάνει μια παιδική χαρά και ένα γήπεδο καλαθοσφαίρισης το οποίο είναι μη λειτουργικό (Εικόνα 15).

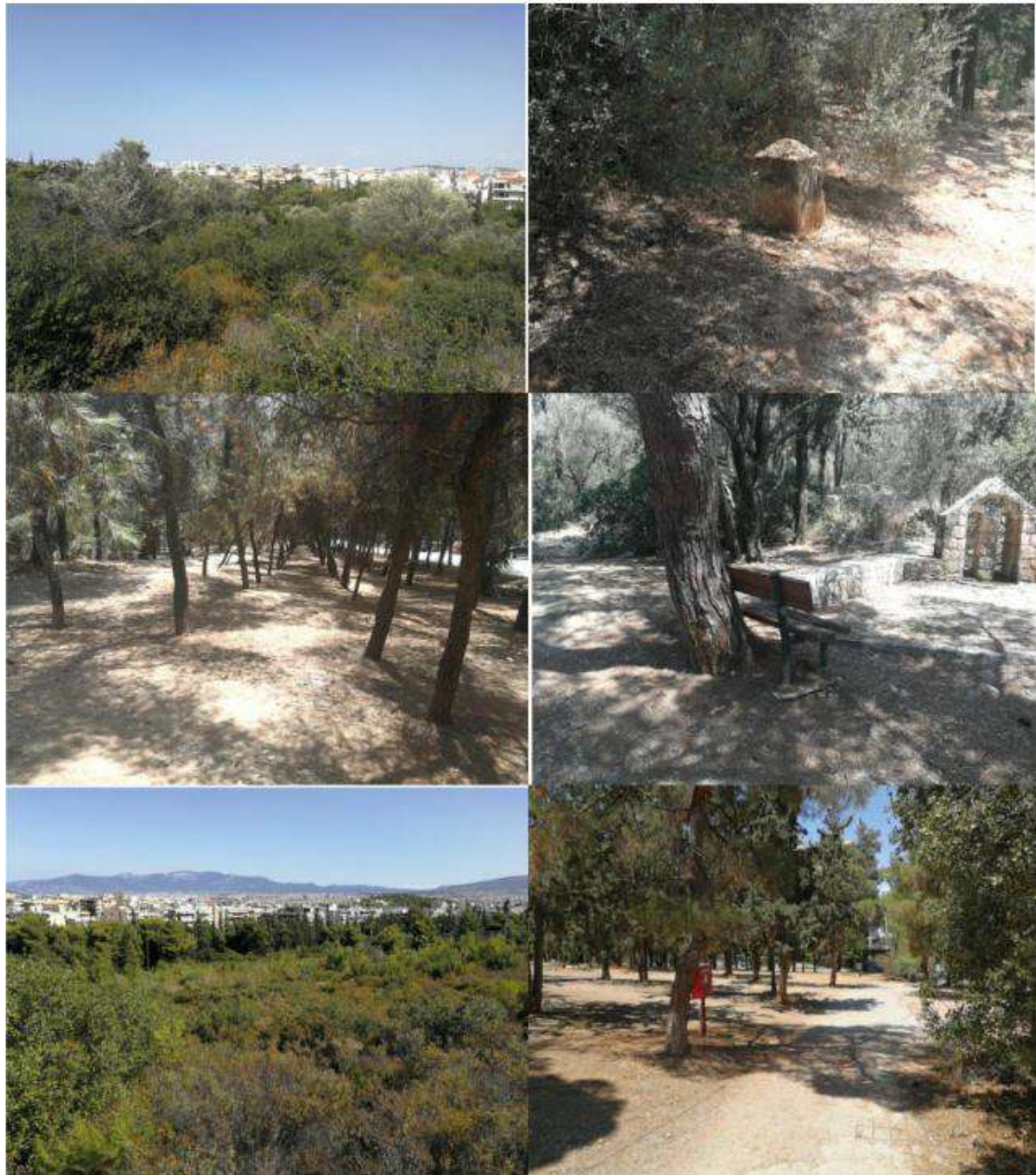


Εικόνα 15 Απόσπασμα ρυμοτομικού σχεδίου Ο.Τ.190α από ε - ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑ

Στην συνέχεια παρουσιάζονται χαρακτηριστικές εικόνες από τις περιοχές μελέτης που αποτυπώθηκαν (Εικόνα 16,17,18,19,20 και 21)



Εικόνα 16 Φωτογραφίες των Ο.Τ.142α-143



Εικόνα 17 Φωτογραφίες των Ο.Τ.142α-143



Εικόνα 18 Φωτογραφίες Ομίλου αντισφαίρισης Χολαργού



Εικόνα 19 Φωτογραφίες Ομίλου αντισφαίρισης Χολαργού



Εικόνα 20 Φωτογραφίες του Ο.Τ.192α



Εικόνα 21 Φωτογραφίες του Ο.Τ.192α

4.2. Τοπογραφική Αποτύπωση

Κατά την έναρξη της εργασίας επισκεφθήκαμε το Δημαρχείο Παπάγου – Χολαργού και απευθυνθήκαμε στο τοπογραφικό τμήμα για την συλλογή στοιχείων σχετικά με τον όγκο αποτύπωσης. Δόθηκαν τα ρυμοτομικά σχέδια του Δήμου και οδηγίες σχετικά με την αποτύπωση. Οι εργασίες πεδίου της περιοχής έλαβαν χώρα μεταξύ 12/7/20 - 14/9/20 και έγιναν και κάποιες συμπληρωματικές μετρήσεις μεταξύ 10-20/11/2020.

4.2.1. Ίδρυση / Εγκατάσταση τριγωνομετρικών σημείων

Η επιλογή των θέσεων των κορυφών του δικτύου μιας αποτύπωσης απαιτεί την καλή αναγνώριση των ιδιομορφιών της περιοχής. Κατά την εργασία αυτή επιλέγονται οι θέσεις (στάσεις οργάνου) από τις οποίες στην συνέχεια θα πραγματοποιηθούν οι μετρήσεις προς τα σημεία λεπτομερειών. Ο αριθμός των κορυφών της όδευσης πρέπει να είναι ο ελάχιστος δυνατός, έτσι ώστε να καλύπτεται πλήρως η περιοχή και να ελαχιστοποιούνται τα σφάλματα και ο χρόνος μέτρησης. Εγκαθίστανται σε σημεία εύκολα προσβάσιμα και σε θέσεις τέτοιες ώστε να υπάρχει ο απαραίτητος χώρος για να μπορούν να γίνουν οι μετρήσεις (επίγειες ή δορυφορικές). Από κάθε σημείο του δικτύου που επιλέγεται πρέπει να καλύπτεται ικανό τμήμα της περιοχής μελέτης. Μετά την επιλογή και την εγκατάσταση των κορυφών του δικτύου ακολουθούν οι απαραίτητες μετρήσεις των στοιχείων του.

Όδευση Ο.Τ. 142α και Ο.Τ. 143

Λόγω της μορφολογίας του πάρκου επιλέχθηκε η μέθοδος της ανοιχτής όδευσης εξαρτημένης από τα δύο άκρα. Κατά μήκος του πάρκου ιδρύθηκαν 12 στάσεις (Εικόνα 22). Οι στάσεις που βρίσκονται στα άκρα της όδευσης (S1,S2 και S10,S11) μετρήθηκαν με δορυφορικές στατικές μετρήσεις και ορίστηκαν σαν τριγωνομετρικά. Αρχικά η όδευση είχε για δεύτερο άκρο τις στάσεις S11, S12 αλλά λόγω μεγάλου σφάλματος στην επίλυση των βάσεων αποφασίστηκε να μην συμπεριληφθεί στην τελική όδευση η στάση S12 . Για την εγκατάσταση των κορυφών της όδευσης χρησιμοποιήθηκαν ατσαλόκαρφα.



Εικόνα 22 Απεικόνιση των κορυφών της όδευσης του Ο.Τ.142α - 143 σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Κτηματολόγιο ΑΕ.

Παρακάτω παρουσιάζονται σε εικόνες οι στάσεις που ορίστηκαν σαν τριγωνομετρικά με δορυφορικές στατικές μετρήσεις.



Εικόνα 23 Στάση S1



Εικόνα 24 Στάση S2



Εικόνα 25 Στάση S10



Εικόνα 26 Στάση S11



Εικόνα 27 Στάση S12

Ο.Τ. 142α Όμιλος αντισφαίρισης Χολαργού

Στον Όμιλο Αντισφαίρισης λόγω της διαμόρφωσης των εγκαταστάσεων δεν ήταν εφικτή η ίδρυση οποιασδήποτε μορφής πολυγωνομετρικής όδευσης, έτσι για να μπορέσει να γίνει η εξάρτηση από το εθνικό δίκτυο ΕΓΣΑ87 και να αποτυπωθούν οι εγκαταστάσεις ιδρύθηκαν δύο στάσεις με στατικές μετρήσεις (Εικόνα 28).



Εικόνα 28 Απεικόνιση του Ομίλου αντισφαίρισης του Ο.Τ.143 σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Κτηματολόγιο ΑΕ.

Παρακάτω απεικονίζονται τα τριγωνομετρικά του Ομίλου Αντισφαίρισης Χολαργού (Εικόνα29).



Εικόνα 29 Στάση S13 και S14

Όδευσεις Ο.Τ 190α Παιδική Χαρά

Ο σχεδιασμός του πολυγωνομετρικού δικτύου έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε να καλύψει το σύνολο της αποτύπωσης του οικισμού. Επιλέχθηκε η ίδρυση δύο ανοιχτών οδεύσεων εξαρτημένων και από τα δύο άκρα με κοινό το ένα τους άκρο. Κάθε όδευση αποτελείται από 3 κορυφές . Η πρώτη όδευση βρίσκεται εξωτερικά της παιδικής χαράς (Εικόνα 30) και αποτελείται από τις στάσεις S18,S19,S20,S21,S22 και η εσωτερική όδευση αποτελείται από τις στάσεις S19,S18,S23,S24,S25. Ο λόγος που έγιναν δυο ανοιχτές οδευσεις αντί για μια κλειστή είναι ότι δεν υπήρχε ορατότητα μεταξύ των στάσεων S22 και S25 λόγω φυσικών και τεχνητών εμποδίων.

Τα άκρα των οδεύσεων θα λειτουργήσουν σαν τριγωνομετρικά τα οποία επιλέχθηκαν να εγκατασταθούν σε σημεία με ανοιχτό ορίζοντα ώστε αργότερα να μπορούν να γίνουν στατικές μετρήσεις και με δέκτες GNSS όπως προαναφέρθηκε στο (κεφάλαιο 3). Έτσι λοιπόν εγκαταστάθηκαν από την μία πλευρά της όδευσης δύο κορυφές (S18 , S19) στην πλευρά της εισόδου της παιδικής χαράς και την είσοδο του γηπέδου καλαθοσφαίρισης και από την άλλη πλευρά άλλες δύο κορυφές (S21 , S22) κατά μήκος της οδού Ναυαρίνου. Ο προσανατολισμός έγινε από την S18 στην S19 και από την S22 προς την S21.



Εικόνα 30 Απεικόνιση των κορυφών της όδευσης του Ο.Τ.190α σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Κτηματολόγιο ΑΕ.

Η δεύτερη όδευση (εσωτερική της παιδικής χαράς)(Εικόνα 31) έχει κοινά άκρα με την πρώτη τα (S18 , S19) από την μία πλευρά, και από την άλλη που βρίσκονται στο εσωτερικό είναι οι (S24,S25). Ο προσανατολισμός έγινε από την S18 στην S19 και από την S25 προς την S24. Το οπτικό πεδίο κάθε στάσης είναι ευρύ ώστε να μπορούν να αποτυπωθούν όσο το δυνατόν περισσότερα σημεία λεπτομερειών. Για την εγκατάσταση των κορυφών της όδευσης χρησιμοποιήθηκαν ασαλόκαρφα.



Εικόνα 31 Απεικόνιση των κορυφών της όδευσης του Ο.Τ.190α σε υπόβαθρο ορθοφωτοχάρτη Κτηματολόγιο ΑΕ.

Παρακάτω παρουσιάζονται στις (Εικόνες 32-37) οι στάσεις που ορίστηκαν σαν τριγωνομετρικά με δορυφορικές στατικές μετρήσει.



Εικόνα 32 Στάση S18



Εικόνα 33 Στάση S19



Εικόνα 34 Στάση S21



Εικόνα 35 Στάση S22



Εικόνα 36 Στάση S24

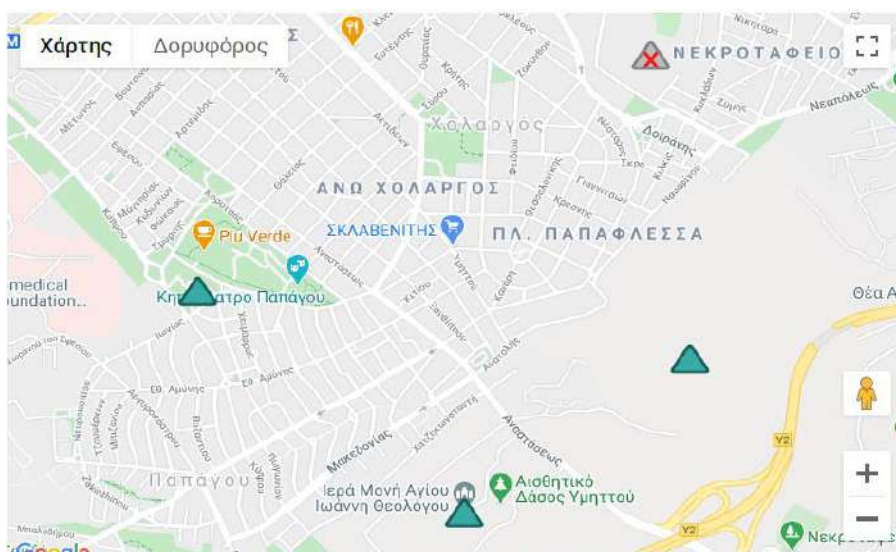


Εικόνα 37 Στάση S25

4.2.2. Εξάρτηση από το Εθνικό δίκτυο αναφοράς

Εφόσον η μέθοδος ίδρυσης των τριγωνομετρικών σημείων της όδευσης είναι ο δορυφορικός στατικός προσδιορισμός, για την έναρξη της διαδικασίας της αποτύπωσης έγινε πρώτα έρευνα για να βρεθεί κατάλληλο τριγωνομετρικό βάθρο της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) στην εγγύς περιοχή. Για την εύρεση των τριγωνομετρικών βάθρων χρησιμοποιήθηκε η ιστοσελίδα <https://www.trigonometrika.gr/> (Εικόνα 38).

Η απεικόνιση των τριγωνομετρικών βάθρων της ΓΥΣ στον χώρο είναι η εξής:



Εικόνα 38 Απεικόνιση τριγωνομετρικών βάθρων ΓΥΣ

Το βάθρο Αγία σκεπή Παπάγου είναι μη προσβάσιμο καθώς βρίσκεται στο καμπαναριό της εκκλησίας (Εικόνα 39).

ΑΓ.ΣΚΕΠΗ ΠΑΠΑΓΟΥ (Φ.Χ. 018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ)

[Προβολή στο Χάρτη](#)

Γενικές Πληροφορίες	Προσθήκη Αναφοράς	Ημερολόγιο
Κωδικός	018103	
Κλάση	IV	
Φύλλο Χάρτη	018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ	
Υψόμετρο	226	
Συντεταγμένες	Μήκος (λ): 23.79240, Πλάτος (φ): 37.99241	
Κατάσταση	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Σήμανση	Απρόσιπο	
Προσβασιμότητα	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα HEPOS	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα με άλλα τριγωνομετρικά ΓΥΣ	Δεν υπάρχουν αναφορές	

Εικόνα 39 Τριγωνομετρικό βάθρο Αγίας Σκεπής Παπάγου

Το βάθρο Άγιος Ιωάννης Θεολόγος είναι επίσης μη προσβάσιμο καθώς βρίσκεται στο καμπαναριό της εκκλησίας (Εικόνα 40).

ΑΓ.ΙΩΑΝ.ΘΕΟΛ. (Φ.Χ. 018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ)

[Προβολή στο Χάρτη](#)

Γενικές Πληροφορίες	Προσθήκη Αναφοράς	Ημερολόγιο
Κωδικός	018095	
Κλάση	IV	
Φύλλο Χάρτη	018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ	
Υψόμετρο	269	
Συντεταγμένες	Μήκος (λ): 23.80193, Πλάτος (φ): 37.98565	
Κατάσταση	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Σήμανση	Απρόσιπο	
Προσβασιμότητα	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα HEPOS	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα με άλλα τριγωνομετρικά ΓΥΣ	Δεν υπάρχουν αναφορές	

Εικόνα 40 Τριγωνομετρικό βάθρο Αγίου Ιωάννη Θεολόγου

Το βάθρο «Λιθάρι» βρίσκεται στον λόφο Κόρακα και δεν υπάρχει εύκολη πρόσβαση καθώς το έδαφος είναι πολύ ανώμαλο και απότομο (Εικόνα 41).

ΛΙΘΑΡΙ (Φ.Χ. 018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ)

Προβολή στο Χάρτη

Γενικές Πληροφορίες	Προσθήκη Αναφοράς	Ημερολόγιο
Κωδικός	018102	
Κλάση	IV	
Φύλλο Χάρτη	018 - ΑΘΗΝΑΙ - ΚΟΡΩΠΙΟΝ	
Υψόμετρο	363	
Συντεταγμένες	Μήκος (λ): 23.80699, Πλάτος (φ): 37.99038	
Κατάσταση	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Σήμανση	Βάθρο	
Προσβασιμότητα	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα HEPOS	Δεν υπάρχουν αναφορές	
Συμβατότητα με άλλα τριγωνομετρικά ΓΥΣ	Δεν υπάρχουν αναφορές	

Εικόνα 41 Τριγωνομετρικό βάθρο Λιθάρι

Τέλος το βάθρο «Τσάκος» βρίσκεται στον λόφο Τσάκου και έχει τοποθετηθεί παρατηρητήριο πάνω από το βάθρο με αποτέλεσμα την μη εφικτή τοποθέτηση οργάνου (Εικόνα 42).

ΤΣΑΚΟΣ (Φ.Χ. 161 - ΚΗΦΙΣΙΑ)

Προβολή στο Χάρτη

Γενικές Πληροφορίες	Προσθήκη Αναφοράς	Ημερολόγιο
Κωδικός	161002	
Κλάση	IV	
Φύλλο Χάρτη	161 - ΚΗΦΙΣΙΑ	
Υψόμετρο	259	
Συντεταγμένες	Μήκος (λ): 23.80857, Πλάτος (φ): 37.99962	
Κατάσταση	Δεν υπάρχει (Με βάση 1 αναφορά)	
Σήμανση	Χωρίς Δεδομένα (Με βάση 1 αναφορά)	
Προσβασιμότητα	Χωρίς Δεδομένα (Με βάση 1 αναφορά)	
Συμβατότητα HEPOS	Χωρίς Δεδομένα (Με βάση 1 αναφορά)	
Συμβατότητα με άλλα τριγωνομετρικά ΓΥΣ	<input type="checkbox"/>	

Εικόνα 42 Τριγωνομετρικό βάθρο Τσάκος

Λόγω αυτών των δυσκολιών πρόσβασης στα τριγωνομετρικά της ΓΥΣ της περιοχής, ιδρυθήκανε τριγωνομετρικά σημεία με στατικές μετρήσεις και με συνόρθωση μέσω ιδιωτικού δικτύου σταθμών (CivilShopNet) καθώς και με επαλήθευση των μετρήσεων από τον μόνιμο σταθμό που βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής στο Αιγάλεω, ο οποίος είναι ενεργός όλο το 24ωρο και τα δεδομένα του είναι διαθέσιμα μέσω του διαδικτύου (http://gpsmet.tg.teiath.gr/gps_station/).

4.2.3. Μετρήσεις με GNSS δέκτη - Σχετικός Στατικός και Κινηματικός Εντοπισμός

Σχετικός Στατικός Εντοπισμός

Αφού πραγματοποιήθηκε η υλοποίηση όλων των στάσεων ξεκίνησε η διαδικασία του δορυφορικού εντοπισμού με την μέθοδο των στατικών μετρήσεων (Εικόνα 43). Χρησιμοποιήθηκε σαν BASE ο μόνιμος σταθμός του ΠΑΔΑ και δύο δέκτες της εταιρίας Stonex που μετακινούνταν ανά ζεύγη στα σημεία εξάρτησης της όδευσης ως ROVER.

- Όδευση του πάρκου Ναυαρίνου (S1,S2,S10,S11)
- Οδεύσεις του πάρκου (S18,S19,S21,S22 και S19,S18,S24,S25)
- Στην περίπτωση του Ομίλου αντισφαίρισης ιδρύθηκαν δύο στάσεις εξωτερικά των γηπέδων.



Εικόνα 43 Διαδικασία μέτρησης δορυφορικού στατικού εντοπισμού

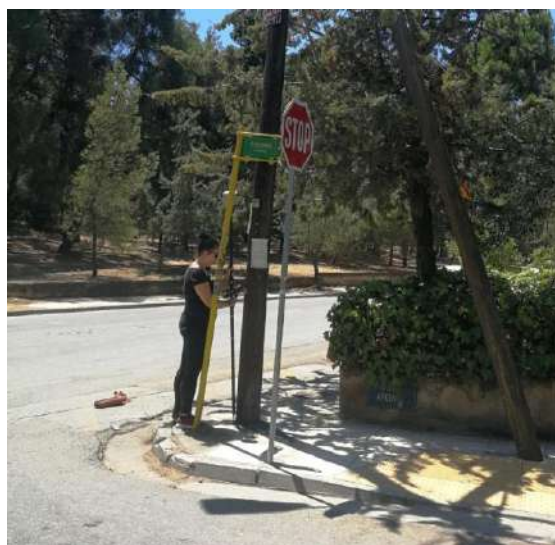
Κατά την διαδικασία των μετρήσεων έγινε οριζοντίωση και κέντρωση του δέκτη με την βοήθεια τρίτοδα και τρικόχλιου, μετρήθηκε με μετροταινία η κεκλιμένη απόσταση από το καρφί σήμανσης της στάσης μέχρι την ειδική σήμανση του δέκτη (σημείο αναφοράς της κεραίας), όπως αυτά παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3, και στην συνέχεια έγινε εκκίνηση του δέκτη καθώς και καταγραφή της ημερομηνίας, της διάρκειας των μετρήσεων, τον κωδικό του δέκτη και το ύψος οργάνου. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκαν στατικές μετρήσεις όπου ο κάθε δέκτης μετρούσε σε κάθε στάση τουλάχιστον για 20'-30'. Σε ορισμένες περιπτώσεις, όπως των στάσεων S21 και S24, επειδή βρίσκονταν κάτω από θόλο δέντρων η διάρκεια της μέτρησης αυξήθηκε κατά μέσο όρο 45'-50' για να μειωθούν τα σφάλματα επίλυσης των βάσεων (Εικόνα 44).

JOB: staðeía-parkou		ΙΔΡΥΣΗ ΣΤΑΘΕΩΝ		Επιστροφή 16/9	
<u>Πάρκο</u>					
<u>S1</u> : Αρχή: 18:30 Τέλος: 18:43 ΥΟ: 1,851μ	RTK 311 1-10	<u>S11</u> : Αρχή: 19:36 Τέλος: 20:01 ΥΟ: 1,869μ	} 1319	<u>S10</u> : Αρχή: 18:19 Τέλος: 18:44 ΥΟ: 1,964μ	
<u>S2</u> : Αρχή: 18:55 Τέλος: 19:15 ΥΟ: 1,884μ	<u>S13</u> : Αρχή: 19:38 Τέλος: 20:13 ΥΟ: 1,621μ με S9111				
<u>ΤΕΡΜΙΣ</u>			<u>ΠΑΙΔΙΚΗ ΧΑΡΑ</u>		
<u>S13</u> : Αρχή: 20:08 Τέλος: 20:23 ΥΟ: 1,968μ	<u>S18</u> : Αρχή: 17:32 Τέλος: 17:56 ΥΟ: 1,803	<u>S19</u> : Αρχή: 18:04 Τέλος: 18:35 ΥΟ: 1,968μ RTK 11-20 10,181μ	<u>S23</u> : Αρχή: 18:04 Τέλος: 18:35 ΥΟ: 1,928 RTK: 31-40	<u>S22</u> : Αρχή: 18:04 Τέλος: 18:24 ΥΟ: 1,948 RTK: 31-40	
<u>S14</u> : Αρχή: 20:08 Τέλος: 20:31 ΥΟ: 1,673μ με S9111	<u>S19</u> : Αρχή: 17:31 Τέλος: 17:56 ΥΟ: 1,986μ με S9111	<u>S24</u> : Αρχή: 18:04 Τέλος: 18:54 ΥΟ: 1,616 RTK 21-20 ΥΟ: 1,908μ	<u>S21</u> : Αρχή: 18:05 Τέλος: 18:45 ΥΟ: 1,944μ RTK: 41-50 1,881		
} 1419					

Εικόνα 44 Έντυπο καταγραφής δορυφορικών μετρήσεων

Σχετικός Κινηματικός Εντοπισμός

Με την χρήση δορυφορικών μεθόδων και συγκεκριμένα με την μέθοδο RTK έγινε αποτύπωση όπου υπήρχε επαρκής ορίζοντας. Αποτυπώθηκαν κυρίως κράσπεδα, μάντρες, φρεάτια καθώς και χαρακτηριστικά σημεία ύψους εντός της έκτασης του πάρκου. Στα Ο.Τ.142α και 143 στην έκταση του πάρκου μετρήθηκαν συνολικά 2307 σημεία και στο Ο.Τ.190α αποτυπώθηκαν συνολικά 383 σημεία λεπτομερειών (Εικόνα 45). Επίσης έγιναν δέκα μετρήσεις ανά κορυφή όδευσης, με την χρήση τρίποδα για μέγιστη ακρίβεια, για λόγους επαλήθευσης των επιλύσεων των βάσεων από τον στατικό προσδιορισμό και της όδευσης. Τα ταχυμετρικά σημεία που μετρήθηκαν με την μέθοδο RTK, δίνουν απευθείας τις συντεταγμένες των σημείων στο πεδίο και δεν χρειάζονται περαιτέρω επεξεργασία.



Εικόνα 45 Χρήση δέκτη GNSS με την μέθοδο RTK στο πεδίο

4.2.4. Μετρήσεις με Γεωδαιτικό σταθμό – Ταχυμετρία

Ο μεγαλύτερος όγκος της αποτύπωσης, λόγω ιδιαιτερότητας της περιοχής (κτήρια, εξώστες, δέντρα), τόσο στο αστικό όσο και στο αραιοδομημένο τμήμα του οικισμού, έγινε με την ταχυμετρική μέθοδο (Γεωδαιτικός σταθμός). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν ταυτόχρονα με τις μετρήσεις της πολυγωνομετρίας για λόγους εξοικονόμησης χρόνου και ευκολίας.



Εικόνα 46 Μετρήσεις στο πεδίο με γεωδαιτικό σταθμό

Κατά την διάρκεια της αποτύπωσης από κάθε στάση της όδευσης αλλά και από τα τριγωνομετρικά σημεία που μετρήθηκαν με δέκτες GNSS, στήνονταν τρίποδας με γεωδαιτικό σταθμό σε κάθε στάση και γίνονταν γωνιομετρήσεις και αποστασιομετρήσεις στα σημεία λεπτομέρειας με την διαδικασία που προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3 (Εικόνα 46). Στα σημεία τα οποία ήταν απρόσιτα για μέτρηση με την χρήση στυλεού και πρίσματος, η μέτρηση και καταγραφή τους έγινε χρησιμοποιώντας το laser του γεωδαιτικού σταθμού (reflectorless). Λόγω της πυκνής κατά τμήματα βλάστησης και προσβασιμότητας των Ο.Τ. 142α και 143, η αποτύπωση των δέντρων έγινε με την μέθοδο ιδρύσεων διάσπαρτων «τυφλών» στάσεων για ταχυμετρική αποτύπωση με γεωδαιτικό σταθμό.

Στην περίπτωση του Ομίλου αντισφαίρισης η ταχυμετρία πραγματοποιήθηκε από τα τριγωνομετρικά που ιδρύθηκαν με δέκτη GNSS καθώς και από «τυφλές» στάσεις που ιδρύθηκαν στο εσωτερικό των γηπέδων με την μέθοδο της ταχυμετρίας, διότι δεν ήταν εφικτή η ίδρυση όδευσης. Επιπλέον στο Ο.Τ.190α ιδρύθηκε μια τυφλή στάση στο πίσω μέρος του γηπέδου καλαθοσφαίρισης χρησιμοποιώντας σιδερένιο πάσαλο λόγω του εδάφους (χώμα) για την μέτρηση σημείων που δεν είχαν ορατότητα από τις στάσεις των οδεύσεων και δεν ήταν δυνατών να μετρηθούν με άλλον τρόπο. Για την τελική απόδοση είναι απαραίτητο να γίνει πρόχειρο σχεδιάγραμμα (σκαρίφημα) και η αντιστοίχιση των σημείων της πραγματικότητας με τα σημεία του σχεδίου. Στην συνέχεια πάνω στο σκαρίφημα σημειώνονται:

- Ημερομηνία της εκάστοτε αποτύπωσης
- όνομα σημείου στάσης του οργάνου
- όνομα σημείου προσανατολισμού (μηδενισμού)
- ύψος οργάνου, ύψος στόχου

- τις θέσεις των σημείων πύκνωσης του δικτύου (πολυγωνομετρικά και ταχυμετρικά σημεία)
- με συνεχή αρίθμηση τα σημεία λεπτομέρειας που ορίζουν τα χαρακτηριστικά σημεία της έκτασης που αποτυπώνεται,
- και σχόλια για το κάθε αντικείμενο που περιλαμβάνει

Στην ταχυμετρική αποτύπωση των Ο.Τ. 142α και 143 μετρήθηκαν 937 σημεία λεπτομέρειας, στον Όμιλο αντισφαίρισης μετρήθηκαν 385 σημεία και στο Ο.Τ. 190α μετρήθηκαν 1060 σημεία λεπτομέρειας.

Συνολικά από όλα τα είδη μετρήσεων τα σημεία της αποτύπωσης είναι :

- 12 τριγωνομετρικά σημεία
- 27 στάσεις (συμπεριλαμβανόμενων των «τυφλών» στάσεων)
- 5072 σημεία λεπτομέρειας

5. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ

Απόδοση μετρήσεων - σχεδίαση

Οι εργασίες γραφείου αποσκοπούν στην απόδοση, σύνταξη και τελικά στην εκτύπωση του τοπογραφικού διαγράμματος της έκτασης που αποτυπώνεται. Αυτές περιλαμβάνουν:

- τους υπολογισμούς,
- την ψηφιακή σχεδίαση
- την εκτύπωση

Για τις ανάγκες της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τα εξής λογισμικά προγράμματα:

- Cube-link,
- Static to Rinex
- Topcon Tools v.8.2.3,
- Microsoft Office (Excel),
- AutoCAD 2016,2021
- Surfer V7

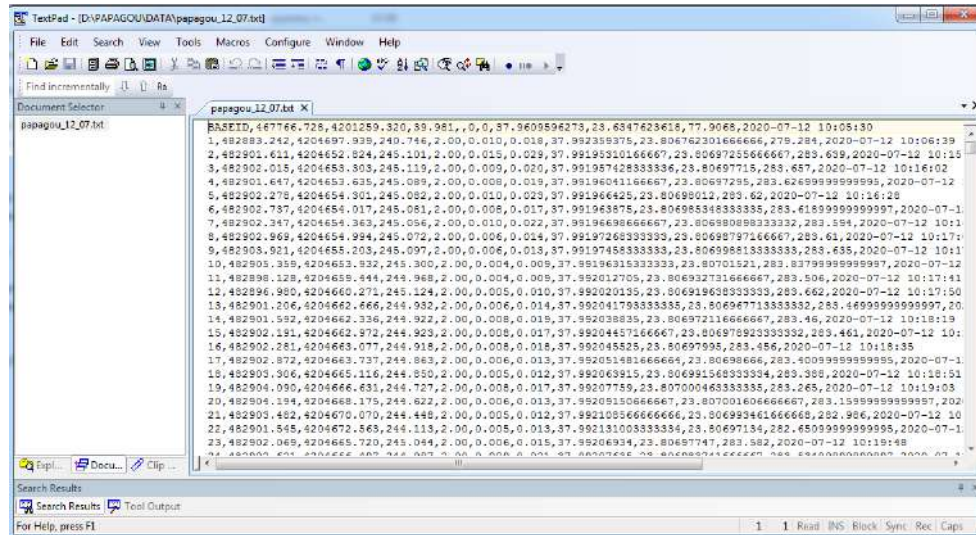
5.1. Εξαγωγή των μετρήσεων

Οι δορυφορικές στατικές μετρήσεις από τους δέκτες GNSS μεταφέρθηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με ειδικό καλώδιο (ενσύρματα). Τα αρχεία αποθηκεύτηκαν σε μορφή DAT (Εικόνα 47).

Name	Date modified	Type	Size
_S1.dat	13/9/2020 3:43 μμ	DAT File	2823 KB
_S2.dat	13/9/2020 4:15 μμ	DAT File	2778 KB
_S10.dat	16/9/2020 10:44 πμ	DAT File	2902 KB
_S11.dat	13/9/2020 5:01 μμ	DAT File	3089 KB
_S18.dat	14/9/2020 2:56 μμ	DAT File	3101 KB
_S24.dat	14/9/2020 3:35 μμ	DAT File	4051 KB
S12.dat	13/9/2020 5:14 μμ	DAT File	1444 KB
S13.dat	14/9/2020 5:29 μμ	DAT File	2249 KB
S14.dat	14/9/2020 5:31 μμ	DAT File	1131 KB
S19.dat	14/9/2020 2:57 μμ	DAT File	1379 KB
S21.dat	14/9/2020 4:28 μμ	DAT File	3042 KB
S22.dat	14/9/2020 4:45 μμ	DAT File	2149 KB
S25.dat	14/9/2020 3:54 μμ	DAT File	2786 KB

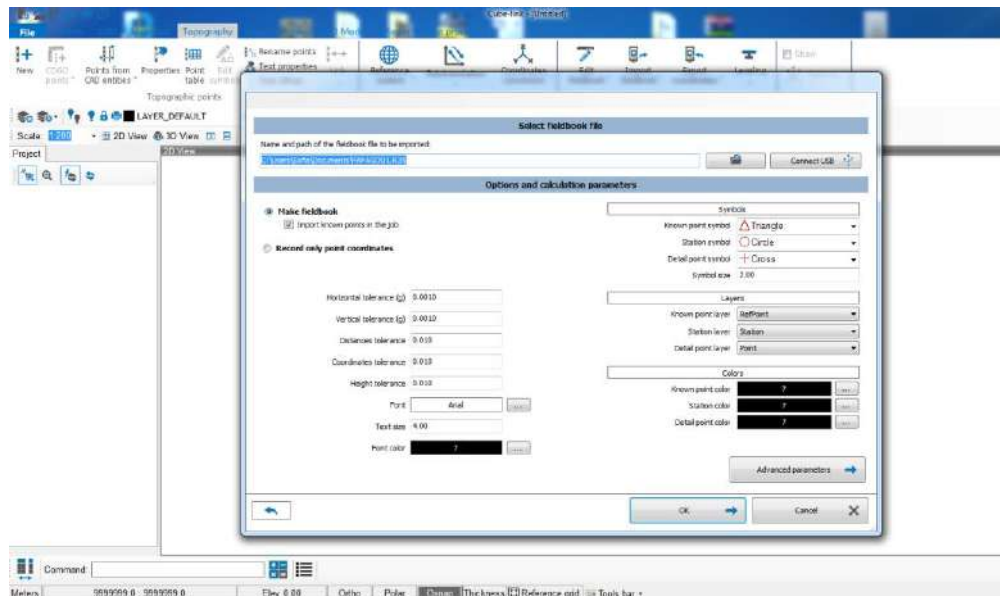
Εικόνα 47 Αρχεία DAT στατικών μετρήσεων

Οι δορυφορικές μετρήσεις RTK από τους δέκτες GNSS μεταφέρθηκαν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή ασύρματα με τη χρήση Bluetooth και αποθηκεύτηκαν σε μορφή κειμένου TXT (Εικόνα 48).

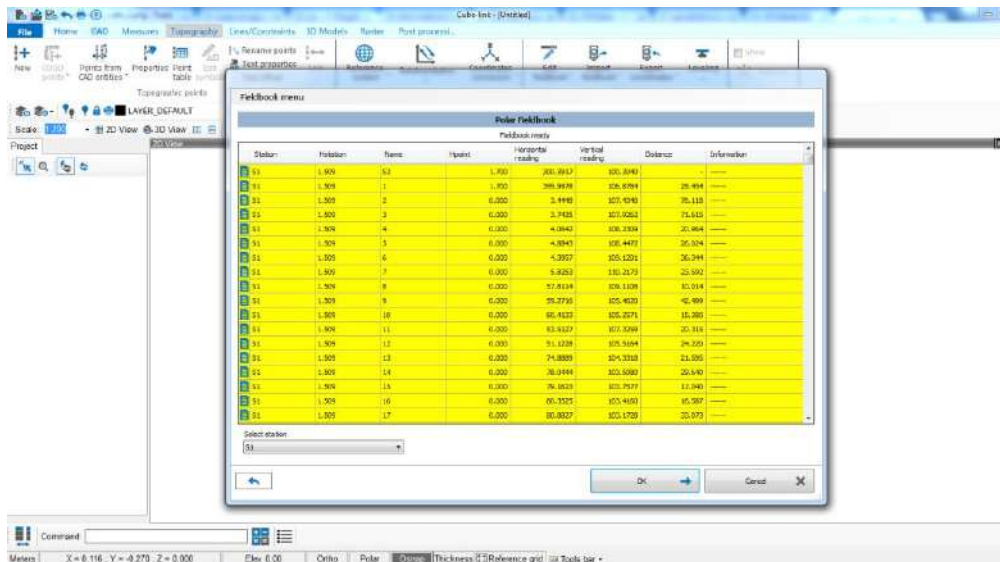


Εικόνα 48 Αρχείο txt δορυφορικών μετρήσεων RTK

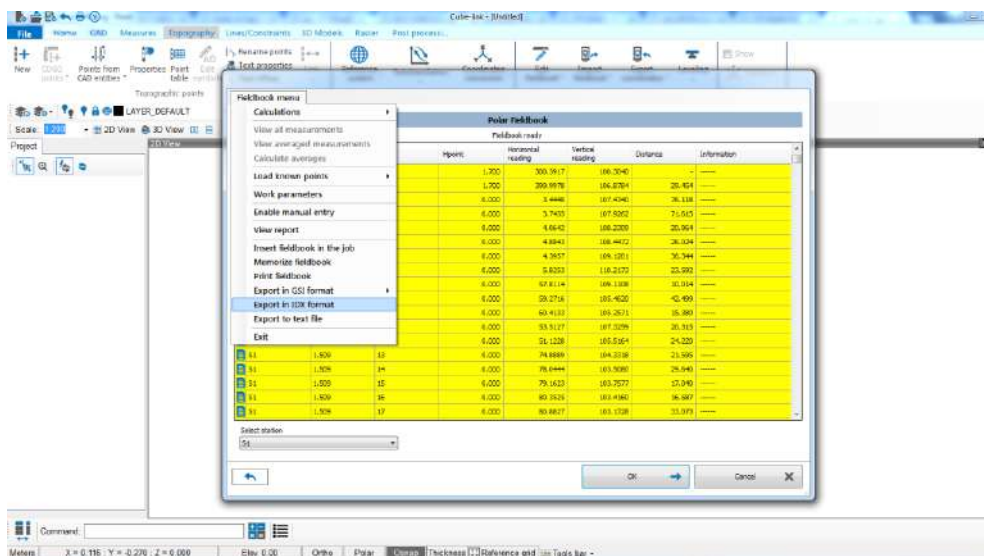
Η εξαγωγή μετρήσεων από τον γεωδαιτικό σταθμό γίνεται συνδέοντας ενσύρματα το όργανο με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή ή με την εισαγωγή της κάρτας μνήμης του σε ειδική θύρα του υπολογιστή. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό Cube-link μεταφέρονται οι μετρήσεις από το όργανο στον υπολογιστή, σε μορφή αρχείου IDX (Εικόνες 49-52).



Εικόνα 49 Επιλογή αρχείου προς εξαγωγή στο λογισμικό Cube-link



Εικόνα 50 Μετρήσεις προς εξαγωγή



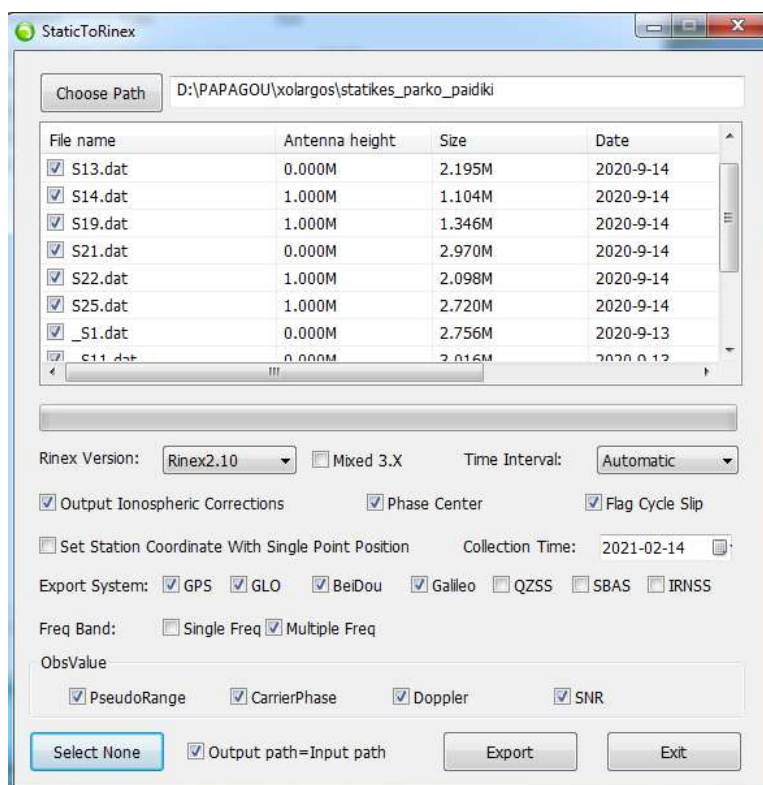
Εικόνα 51 Εξαγωγή μετρήσεων σε μορφή αρχείου IDX

Name	Date modified	Type	Size
O.T.142a_143.idx	8/9/2020 8:06 μμ	IDX File	171 KB
O.T.192a.idx	8/9/2020 8:08 μμ	IDX File	194 KB
TENNIS.idx	8/9/2020 8:02 μμ	IDX File	70 KB

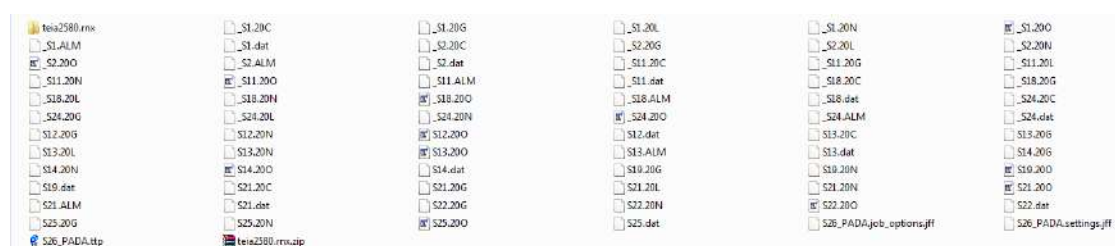
Εικόνα 52 Τελικά αρχεία μορφής IDX

5.2. Επίλυση στατικών μετρήσεων

Τα αρχεία που αποθηκεύτηκαν σε μορφή DAT μετατράπηκαν σε μορφή RINEX μέσω του προγράμματος Static to Rinex, ώστε να μπορούν να διαβαστούν στο λογισμικό Topcon Tools, για περαιτέρω επεξεργασία (Εικόνα 53-54).

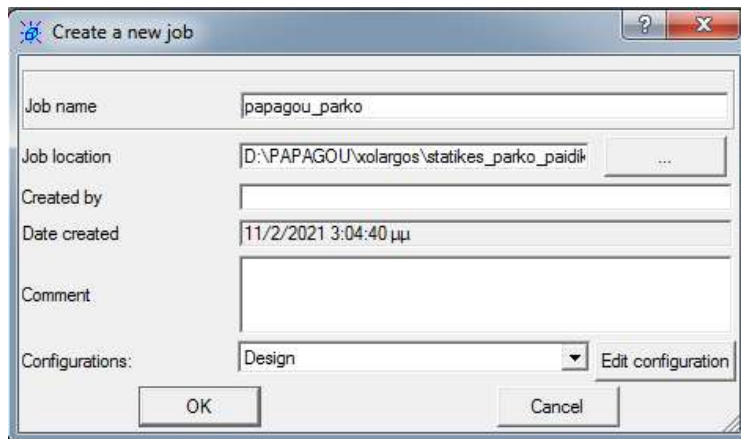


Εικόνα 53 Μετατροπή αρχείων DAT σε RINEX



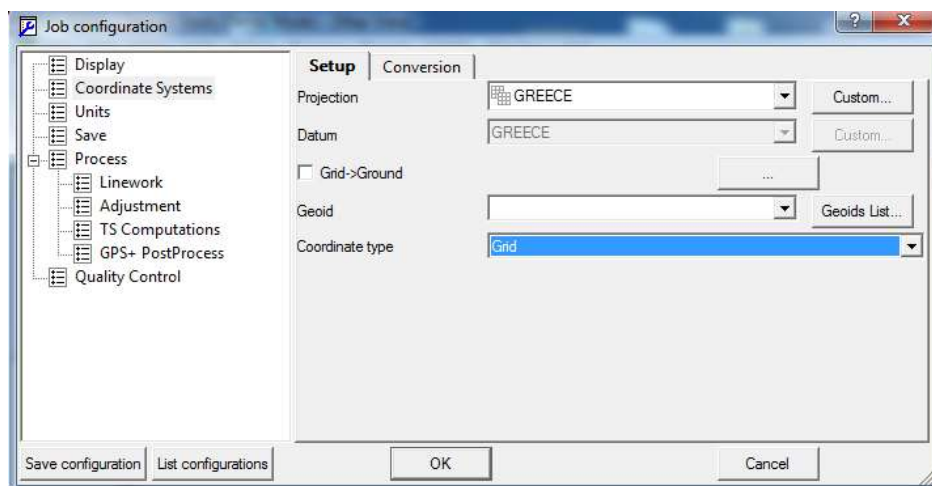
Εικόνα 54 Συνολικά τα αρχεία των στατικών μετρήσεων

Στο λογισμικό Topcon Tools δημιουργείται η σχετική εργασία για την επίλυση των δορυφορικών στατικών μετρήσεων της περιοχής μελέτης (Εικόνα 55).



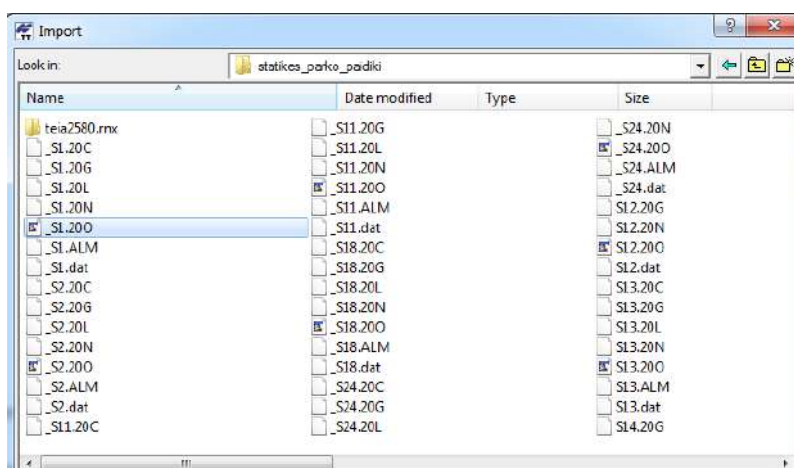
Εικόνα 55 Δημιουργία εργασίας της επίλυσης των στατικών μετρήσεων σε λογισμικό Topcon Tools

Πριν από την εισαγωγή των μετρήσεων ορίζεται το σύστημα αναφοράς στο οποίο είναι ενταγμένες οι συντεταγμένες των τριγωνομετρικών (ΕΓΣΑ87), για να μπορέσει να γίνει η επίλυσή τους (Εικόνα 56).



Εικόνα 56 Ορισμός συστήματος αναφοράς σε ΕΓΣΑ87

Από τα αρχεία RINEX εισάγεται μόνο το αρχείο παρατηρήσεων (observation) (Εικόνα 57).



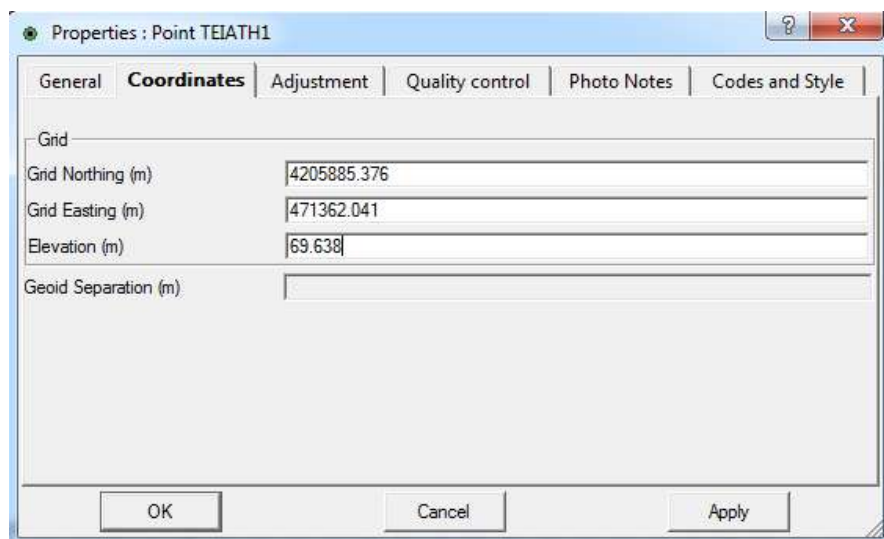
Εικόνα 57 Εισαγωγή των αρχείων παρατηρήσεων (observation)

Μετά την εισαγωγή των μετρήσεων, εισάγουμε τις ακριβείς συντεταγμένες στον μόνιμο σταθμό του ΠΑΔΑ, θεωρώντας τον ως σταθερό σημείο (base) (Εικόνα 58). Οι συντεταγμένες του μόνιμου Σταθμού του ΠΑΔΑ στο σύστημα ΕΓΣΑ 87 είναι:

X = 471362.041

Y = 4205885.376

Z = 69.638



Εικόνα 58 Εισαγωγή συντεταγμένων του μόνιμου σταθμού του ΠΑΔΑ

Κατά την επίλυση της βάσης του τριγωνομετρικού S12 διαπιστώθηκε πως υπήρξε μεγάλη τυπική απόκλιση λόγω μικρής ορατότητας των δορυφόρων. Αυτό συνέβη διότι η στάση S12 ήταν κάτω από δέντρα. Για τον λόγο αυτό επιλέξαμε να την αφαιρέσουμε από την όδευση και σαν άκρα της όδευσης να ορίσουμε τις στάσεις S10 και S11.

Στον πίνακα 8,9 και 10 παρουσιάζονται οι ακρίβειες των αποτελεσμάτων των τριγωνομετρικών

GPS Obs Quality					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
S1p_S10-TEIATH1	1201,087	-11539,697	-173,862	0,010	0,014
S2_S10-TEIATH1	1177,996	-11521,655	-170,611	0,014	0,024
S12_S9-TEIATH1	163,959	-116,408	-30,027	6,830	8,561
S11_S10-TEIATH1	772,615	-11856,701	-164,059	0,007	0,010

Πίνακας 8 Αποτελέσματα ακρίβειας των τριγωνομετρικών σημείων των Ο.Τ.142α-143

GPS Obs Quality					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
S18-TEIATH1	721,866	-11996,129	-168,923	0,006	0,013
S19-TEIATH1	688,899	-11941,609	-164,803	0,006	0,015
S22-TEIATH1	608,304	-12028,943	-167,164	0,007	0,009
S25-TEIATH1	641,637	-12053,843	-170,292	0,009	0,019
S21-TEIATH1	651,244	-11984,340	-166,229	0,008	0,012
S24-TEIATH1	661,958	-12011,298	-168,627	0,010	0,015

Πίνακας 9 Αποτελέσματα ακρίβειας των τριγωνομετρικών σημείων των Ο.Τ.190^α

GPS Obs Quality					
Name	dN (m)	dE (m)	dHt (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)
S13-TEIATH1	1118,002	-11695,758	-175,683	0,014	0,015
S14-TEIATH1	1102,247	-11689,322	-173,228	0,010	0,011

Πίνακας 10 Αποτελέσματα ακρίβειας των τριγωνομετρικών σημείων του Ομίλου Αντισφαίρισης Χολαργού

Με τις κατάλληλες ενέργειες ολοκληρώνεται η διαδικασία επίλυσης των βάσεων. Οι τελικές συντεταγμένες των τριγωνομετρικών (Εικόνα 59) είναι οι εξής:

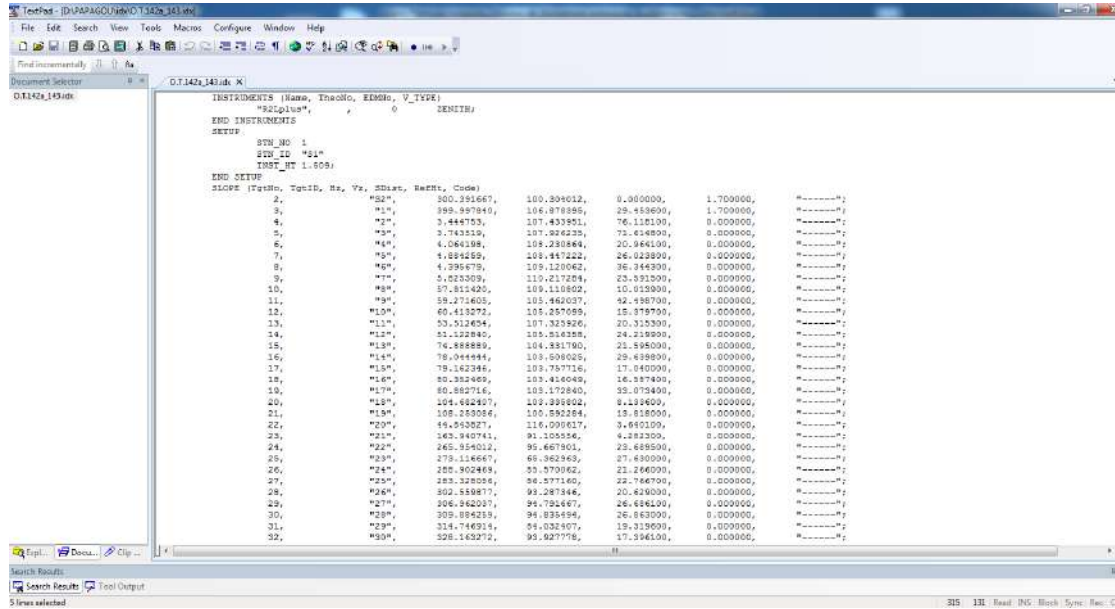
Ο.Τ.190α				Ο.Τ.142α_Ο.Τ.143			
a/a	X	Y	H	a/a	X	Y	H
S18	483358.1800	4205163.5130	238.507	S1	482901.7978	4204684.3102	243.1012
S19	483303.3700	4205197.3440	233.965	S2	482883.7190	4204707.3220	240.0590
S21	483346.4420	4205234.0740	235.967	S10	483202.1240	4205132.9020	228.6690
S22	483390.9900	4205277.1010	236.5740	S11	483218.6960	4205113.5340	232.0290
S24	483373.0629	4205223.3143	238.272				
S25	483415.5952	4205243.6751	239.833				

Όμιλος αντισφαίρισης Ο.Τ.143			
a/a	X	Y	H
S13	483057.8310	4204767.3450	244.6490
S14	483051.3710	4204783.1430	242.5920

Εικόνα 59 Συντεταγμένες τριγωνομετρικών σημείων

5.3. Επίλυση των Οδεύσεων

Για την επίλυση των οδεύσεων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Microsoft Excel. Σε υπολογιστικό φύλο ειδικά διαμορφωμένο και με τους τύπους επίλυσης όδευσης που έχουν αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3 εισάγαμε τις μετρήσεις από τα αρχεία IDX (Εικόνα 60).



Εικόνα 60 Αποσπάσματα από αρχείο μορφής IDX

Πριν την εισαγωγή των αποστάσεων τις μετατρέψαμε από κεκλιμένες σε οριζόντιες με την χρήση του τύπου: $S_{οριζόντια} = S_{κεκλιμένη} * \sin(h_{oz})$ και βγάλαμε τον μέσο όρο τους καθώς μετρήθηκαν δύο φορές για μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι αποστάσεις έχουν μονάδες το μέτρο και οι γωνίες έχουν μονάδες grad. Ο υπολογισμός του επιτρεπόμενου ορίου σφαλμάτων έγινε με τις προδιαγραφές για πρωτεύουσα όδευση σε ομαλό έδαφος και κλίμακα απόδοσης 1:500.

Όδευση Πάρκου Ο.Τ.142α_143

Όνομ.Κορυφής	β	Γωνία Διευθύνσεως α		sin a	ΔΧ	ΔΥ	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ	
	δ			s	δχ	δγ	X	Y
				cos a				
Στ1		357.6063			-18.08	23.01	482901.7978	4204684.3102
			29.264	29.278				
Στ2	212.9894	370.5925		-0.445678855	-14.688	29.502	482883.7190	4204707.3220
	-0.0033			32.95603703	0.004	0.003		
	212.9861			0.895192917	-14.684	29.505		
Στ3	265.1941	35.7833		0.5329497	27.323	43.379	482869.0312	4204736.8240
	-0.0033			51.26683071	0.006	0.004		
	265.1908			0.846146924	27.329	43.383		
Στ4	209.4583	45.2383		0.65229029	41.906	48.695	482896.3538	4204780.2033
	-0.0033			64.24402812	0.007	0.005		
	209.4550			0.757969246	41.913	48.700		
Στ5	200.3580	45.5931		0.656503672	57.768	66.376	482938.2596	4204828.8983
	-0.0033			87.99372398	0.010	0.007		
	200.3547			0.754322828	57.778	66.383		
Στ6	199.8887	45.4785		0.655145144	55.577	64.091	482996.0278	4204895.2740
	-0.0033			84.83230309	0.010	0.007		
	199.8854			0.755503038	55.587	64.098		
Στ7	199.9181	45.3933		0.654133871	62.852	72.677	483051.6053	4204959.3650
	-0.0033			96.08484111	0.011	0.008		
	199.9148			0.756378793	62.863	72.684		
Στ8	200.3057	45.6958		0.657719759	51.317	58.772	483114.4688	4205032.0493
	-0.0033			78.023	0.009	0.006		
	200.3024			0.753262715	51.326	58.778		
Στ9	199.6351	45.3276		0.653352576	36.285	42.044	483165.7861	4205090.8211
	-0.0033			55.53690044	0.006	0.004		
	199.6318			0.757053771	36.292	42.049		
Στ10	309.6151	154.9427		0.650132052	16.572	-19.368	483202.1240	4205132.9020
	0.0000		25.490	25.49020612	0.003	0.002		
	309.6151	154.9427		-0.759821239	16.575	-19.366		
Στ11					-16.572	19.368	483218.6960	4205113.5340
	0.0000						16.57	-19.37
	0.0000							
Σβ	1997.3625			Σ ολικό	318.405	425.580	483202.124	4205132.902
	154.9688			550.938	318.341	425.536		
ΓΩΝΙΑΚΟ ΣΦΑΛΜΑ				ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ				
Wβ=	-0.0261			Wx	Wγ	W		
Επιτρεπτό	0.0600			Επιτρεπτό	0.064	0.044	0.078	
δβ=	-0.0033				318.405	0.044		

Εικόνα 61 Επίλυσης πολυγωνικής όδευσης εξαρτημένης από τα δύο άκρα των Ο.Τ.142α-143

Με την επίλυση στο Excel (Εικόνα 61) υπολογίστηκαν τα σφάλματα των μετρήσεων (γωνιακά, γραμμικά) και πραγματοποιήθηκε η διόρθωσή τους. Τα σφάλματα της όδευσης των Ο.Τ. 142α και Ο.Τ.143 είναι μικρότερα από τα επιτρεπόμενα όρια, συγκεκριμένα το γωνιακό σφάλμα είναι 0,0261^ε με όριο 0,060^ε και το γραμμικό 0,064m με όριο 0,167m.

Όδευση Παιδικής Χαράς Ο.Τ.190α

ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ									
Ονομ. Κορυφής	β	Αρχική γωνία Διευθύνσεως α	Γωνία Διευθύνσεως α	s	sin a	ΔX	ΔY	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ	
	δ				cos a	δx	δy	X	Y
S19			135.2051	64.410	64.410	54.81	-33.83	483303.3700	4205197.3440
S18	114.4395	49.6446	49.6417		0.703148424	20.751	20.984	483358.1800	4205163.5130
	-0.0029				29.51095919	-0.005	-0.003		
S23	114.4366				0.711043103	20.745	20.981		
	140.8293	390.4710	390.4682		-0.14912218	-5.855	38.825	483378.9306	4205184.4966
	-0.0029				39.26388187	-0.007	-0.004		
S24	140.8264				0.988818778	-5.862	38.821		
	281.1256	71.5938	71.5766		0.902091788	42.532	20.361	483373.0629	4205223.314
	-0.0029			47.155	47.35462565	-0.009	-0.005		
S25	281.1227				0.43154421	42.524	20.356	483415.5952	4205243.6751
Σβ	536.3944				Σ ολικό	57.415	80.162		
	71.5995				68.775	57.428	80.169		
ΓΩΝΙΑΚΟ ΣΦΑΛΜΑ					ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ				
Wβ=	-0.0229				Wx	Wy	W		
n=3	Επιτρεπτό	0.0346			Επιτρεπτό	0.091		0.014	
	δβ=	-0.0029							

Εικόνα 62 Επίλυση πολυγωνικής όδευσης εξαρτημένης από τα δύο άκρα του Ο.Τ. 190α

Τα σφάλματα της όδευσης του Ο.Τ. 190α (Εικόνα 62) είναι μικρότερα από τα επιτρεπόμενα όρια, συγκεκριμένα το γωνιακό σφάλμα είναι 0,0229g με όριο 0,346g και το γραμμικό 0,013m με όριο 0,091m.

ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΟΛΥΓΩΝΙΚΗΣ ΟΔΕΥΣΗΣ ΕΞΑΡΤΗΜΕΝΗΣ ΑΠΟ ΤΑ ΔΥΟ ΑΚΡΑ									
Ονομ. Κορυφής	β	Γωνία Διευθύνσεως α	s	sin a	ΔX	ΔY	ΣΥΝΤ/ΝΕΣ ΚΟΡΥΦΩΝ		
	δ			cos a	δx	δy	X	Y	
Στ18		335.2051	64.410	64.423	-54.81	33.83	483358.1800	4205163.5130	
Στ19	301.7015	36.9024		0.547741445	18.938	28.927	483303.3700	4205197.3440	
	-0.0042			34.5752	-0.024	-0.033			
Στ20	301.6973			0.836647662	18.915	28.894			
	243.0895	79.9877		0.950997029	24.175	7.860	483322.2848	4205226.2383	
	-0.0042			25.4202	-0.017	-0.024			
Στ21	243.0853			0.309200016	24.157	7.836			
	171.1432	51.1057		0.719280956	44.548	43.027	483346.442	4205234.074	
	-0.0042		61.934	61.9582	-0.042	-0.059			
Στ22	171.1390				44.506	42.968			
					0.000	0.000	483390.9899	4205277.1007	
					0.000	0.000			
Σβ	715.9343			Σ ολικό	87.620	79.757			
	51.1394			59.995	87.661	79.814			
ΓΩΝΙΑΚΟ ΣΦΑΛΜΑ					ΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ				
Wβ=	-0.0337				Wx	Wy	W		
n=3	Επιτρεπτό	0.0346		Επιτρεπτό	0.089		0.070		
	δβ=	-0.0042							

Εικόνα 63 Επίλυση πολυγωνικής όδευσης εξαρτημένης από τα δύο άκρα του Ο.Τ. 190α

Επίσης τα σφάλματα της όδευσης (Εικόνα 63) (εξωτερικά της παιδικής χαράς) του Ο.Τ. 190α είναι μικρότερα από τα επιτρεπόμενα όρια, συγκεκριμένα το γωνιακό σφάλμα είναι 0,0337g με όριο 0,346g και το γραμμικό 0,041m με όριο 0,089m.

5.4. Επίλυση Ταχυμετρίας

Για την επίλυση των ταχυμετρικών μετρήσεων χρησιμοποιήσαμε το λογισμικό Microsoft Excel. Σε υπολογιστικό φύλο ειδικά διαμορφωμένο και με τους τύπους επίλυσης ταχυμετρίας που έχουν αναλυθεί στο Κεφάλαιο 3 εισάγαμε τις μετρήσεις από τα αρχεία IDX.

Οι επιλύσεις γίνονται αυτόματα με την χρήση των θεμελιωδών θεωρημάτων. Χρειάζεται μόνο να γίνει διερεύνηση προσήμου για τον υπολογισμό της τιμής της γωνίας διεύθυνσης των τριγωνομετρικών με το δεύτερο θεμελιώδες. Ο έλεγχος της διερεύνησης γίνεται από την πρώτη μέτρηση που είναι πάντα η στάση του μηδενισμού. Οι συντεταγμένες των στάσεων που χρησιμοποιήθηκαν είχαν υπολογιστεί με στατικές μετρήσεις ή με όδευση. Τα υψόμετρα των κορυφών της όδευσης υπολογίστηκαν ταχυμετρικά όπως και οι συντεταγμένες των «τυφλών» στάσεων.

Στους πίνακες 11,12 και 13 που ακολουθούν παρουσιάζονται οι τελικές συντεταγμένες των οικοδομικών τετραγώνων.

Ο.Τ.142a_Ο.Τ.143			
a/a	X	Y	H
S1	482901.7978	4204684.3102	243.101
S2	482883.7190	4204707.3220	240.059
S3	482869.0312	4204736.8240	236.002
S4	482896.3538	4204780.2033	234.397
S5	482938.2596	4204828.8983	234.209
S6	482996.0278	4204895.2740	232.112
S7	483051.6053	4204959.3650	228.937
S8	483114.4688	4205032.0493	229.525
S9	483165.7861	4205090.8211	228.279
S10	483202.1240	4205132.9020	228.669
S11	483218.6960	4205113.5340	232.029
S12	483241.7840	4205095.0410	236.537
S15	483049.9632	4204804.4746	241.682
S16	483002.2856	4204767.2452	244.055
S17	483088.8246	4204787.9591	245.092

Πίνακας 11 Πίνακας συντεταγμένων των στάσεων Ο.Τ.142α-143

Ο.Τ.190α			
a/a	X	Y	H
S18	483358.1800	4205163.5130	238.507
S19	483303.3700	4205197.3440	233.965
S23	483378.9306	4205184.4966	238.998
S24	483373.0629	4205223.3143	238.272
S25	483415.5952	4205243.6751	239.833

Πίνακας 12 Πίνακας συντεταγμένων των στάσεων Ο.Τ.190α

O.T.190a			
a/a	X	Y	H
S18	483358.180	4205163.513	238.507
S19	483303.370	4205197.344	233.965
S20	483322.285	4205226.238	234.631
S21	483346.442	4205234.074	235.967
S22	483390.990	4205277.101	236.574
ST	483335.477	4205219.167	236.501

Πίνακας 13 Πίνακας συντεταγμένων των στάσεων O.T. 190a

Στην εικόνα 64 που ακολουθεί περιλαμβάνεται η επίλυση της ταχυμετρίας

Εικόνα 64 Υπολογιστικό φύλλο επίλυσης ταχυμετρίας

5.5. Απόδοση σχεδίων

Ως ψηφιακή σχεδίαση ορίζεται η ολοκληρωμένη ηλεκτρονική διαδικασία με την οποία παράγονται τα τοπογραφικά διαγράμματα. Χρησιμοποιείται σήμερα για την απόδοση όλων των διαγραμμάτων ανεξαρτήτως της κλίμακας εκτύπωσης τους (μεγάλη, μεσαία ή μικρή).

Η ψηφιακή σχεδίαση γίνεται στον Η/Υ σε κλίμακα 1:1 ή ορθότερα θεωρητικά χωρίς κλίμακα. Για να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιούνται:

- Αυτοσχέδιο πεδίου
- Κατάλληλα λογισμικά (σχεδιαστικά προγράμματα Η/Υ)
- Περιφερειακά συστήματα (εκτυπωτές, σαρωτές, plotter).

Τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται σήμερα για την υλοποίηση της ψηφιακής σχεδίασης, όπως και αυτό που εφαρμόζεται στην παρούσα εργασία, περιλαμβάνουν εντολές οι οποίες ομαδοποιούνται στις εξής βασικές κατηγορίες:

- Εντολές διαχειριστής των αρχείων που δημιουργούνται. Με την βοήθεια αυτών των εντολών μπορεί ο χρήστης
 - να δημιουργήσει ένα νέο ψηφιακό σχέδιο
 - να το αποθηκεύσει σε συγκεκριμένη περιοχή του υπολογιστή ή της περιφερειακής μονάδας
 - να το εκτυπώσει ή να το εξάγει σε άλλη αξιοποιήσιμη και αναγνώσιμη από άλλα λογισμικά.
- Εντολές διαχείρισης του παραγώγου. Ο χρήστης μπορεί να αναγνώσει το σχέδιο (να το μεγεθύνει ή να το σμικρύνει) προκειμένου να διευκολυνθεί στη σχεδίαση.
- Εντολές σχεδίασης. Με την επιλογή τους ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει γεωμετρικά σχήματα (γραμμές, πολύγωνα, κύκλους κ.ά.).
- Εντολές ταξινόμησης των επιμέρους οντοτήτων. Με τις εντολές αυτές ο χρήστης ταξινομεί τις πληροφορίες (ποσοτικές - γεωμετρικές, ποιοτικές) και τις ομαδοποιεί σε κατάλληλα σχεδιαστικά φύλλα (layers), επιλέγοντας τον τύπο της γραμμής, του χρώματος κ.ά., για το καθένα.
- Εντολές διαχείρισης σχεδίασης. Με αυτές είναι δυνατή η παρέμβαση κατά τη διάρκεια δημιουργίας του ψηφιακού σχεδίου (π.χ επιλεγμένες οντότητες για σβήσιμο, αντιγραφή, μετάθεση, κ.λπ.).
- Εντολές μέτρησης στοιχείων. Ο χρήστης του ψηφιακού παραγώγου μπορεί να αντλήσει εύκολα και γρήγορα γεωμετρική πληροφορία (αποστάσεις μεταξύ δύο σημείων, εμβαδού επιφάνειας, όγκου, κ.ά.).

Εκτός από τα βασικά προγράμματα ψηφιακής σχεδίασης, έχουν αναπτυχθεί και ειδικά λογισμικά ώστε να διευκολύνουν ειδικά τη σχεδίαση τοπογραφικών διαγραμμάτων και έτσι είναι δυνατή η αυτόματη εισαγωγή και απεικόνιση – τοποθέτηση (ραπορτάρισμα) των σημείων λεπτομέρειας σε σωστή σχετική θέση σύμφωνα με τις συντεταγμένες τους στο επιλεγμένο σύστημα, η διαστασιολόγηση γεωμετρικών σχημάτων, η εισαγωγή τοπογραφικών συμβολισμών, η σχεδίαση κανάβου, η εισαγωγή υπομνήματος κ.ά. Τέλος η απεικόνιση των σημείων στον Η/Υ μπορεί να γίνει σε δύο ή τρεις διαστάσεις ανάλογα με το επιθυμητό τελικό παράγωγο (προβολή ή τρισδιάστατο σχέδιο).

Ρυμοτομικά Σχέδια

Τα ρυμοτομικά σχέδια είναι λεπτομερή σχέδια, στα οποία ορίζονται οι ρυμοτομικές και οικοδομικές γραμμές. Τα ρυμοτομικά σχέδια αφορούν αποκλειστικά τις εντός σχεδίου περιοχές. Η ρυμοτομική γραμμή ορίζεται από το ρυμοτομικό σχέδιο και χωρίζει οικοδομικά τετράγωνα ή γήπεδα από κοινόχρηστο χώρο του οικισμού, και έχει πράσινο χρώμα. Η οικοδομική γραμμή είναι το όριο τμήματος ή ενίοτε εξολοκλήρου οικοδομικού τετραγώνου, που ορίζεται από το ρυμοτομικό σχέδιο, εντός του περιγράμματος του οποίου επιτρέπεται η δόμηση και έχει κόκκινο χρώμα. Τα ρυμοτομικά σχέδια είναι σχέδια εφαρμογής για την

οικοδόμηση και μαζί με τα ρυθμιστικά σχέδια εξασφαλίζουν τον έλεγχο και τον προγραμματισμό στην επέκταση των πόλεων και των οικισμών. Το ρυθμιστικό σχέδιο περιλαμβάνει χάρτες και αντίστοιχα κείμενα για τις χρήσεις γης της περιοχής και για τα δίκτυα υποδομής. Επίσης, καθορίζει τους στόχους, τις αρχές και τις προοπτικές ανάπτυξης της πόλης και τους κανόνες διαμόρφωσης και ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής. Το ρυθμιστικό σχέδιο μιας περιοχής περιλαμβάνει και τα πολεοδομικά σχέδια που καθορίζουν τις χρήσεις γης και τους όρους δόμησης σε αυτή.

Κλίμακα σχεδίασης

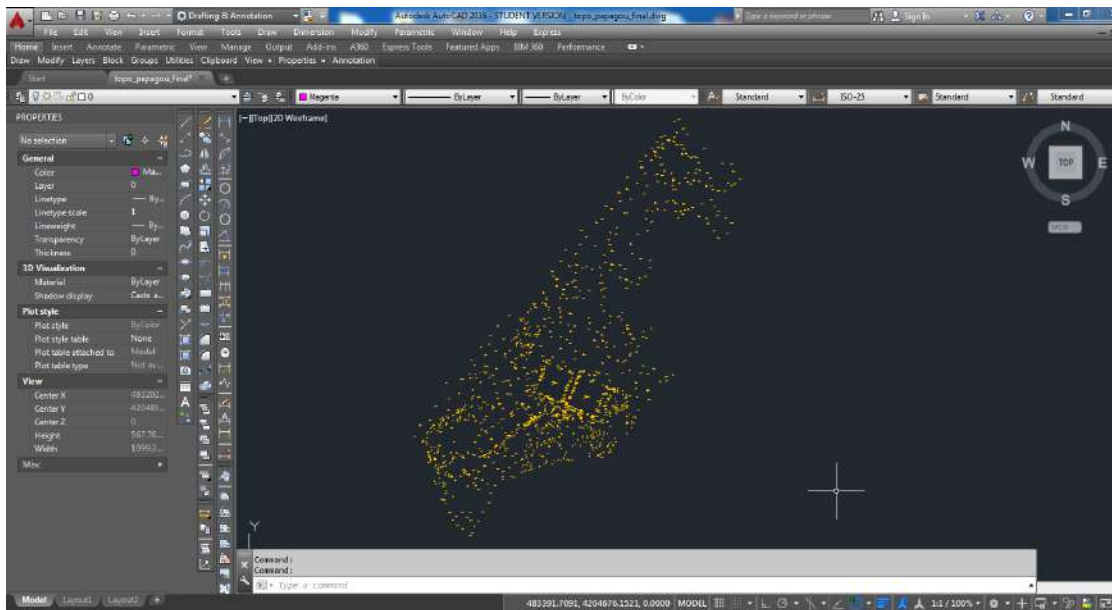
Με βάση την ακρίβεια που ζητείται να γίνει η αποτύπωση των περιοχών και η απόδοσή τους σε τοπογραφικό σχέδιο, θεωρείται πως ικανοποιητική κλίμακα είναι η 1:500, η οποία είναι μια μεσαία κλίμακα που συνήθως εφαρμόζεται κατά την αποτύπωση εκτεταμένων περιοχών για την παραγωγή σχεδίων που θα χρησιμεύσουν ως υποδομή για την σύνταξη μελετών τεχνικών έργων, για την εκτέλεση διανομών αγροτικών εκτάσεων, για την σύνταξη και εφαρμογή πολεοδομικών μελετών κ.λπ.

Εφόσον υπολογιστούν οι συντεταγμένες των ταχυμετρικών σημείων γίνεται η αντιγραφή τους μαζί με την ονομασία τους στο αρχείο excel Report - Points που εισάγεται στο λογισμικό AutoCAD με την χρήση μακροεντολών, όπως φαίνεται παρακάτω (Εικόνα 65). Τα σημεία που μετρήθηκαν με δέκτη GNSS με την μέθοδο RTK δεν απαιτούν επιπλέον επεξεργασία καθώς αυτή η μέθοδος δίνει απευθείας τις συντεταγμένες των σημείων χωρίς ανάγκη διορθώσεων και επομένως εισάγονται απευθείας.

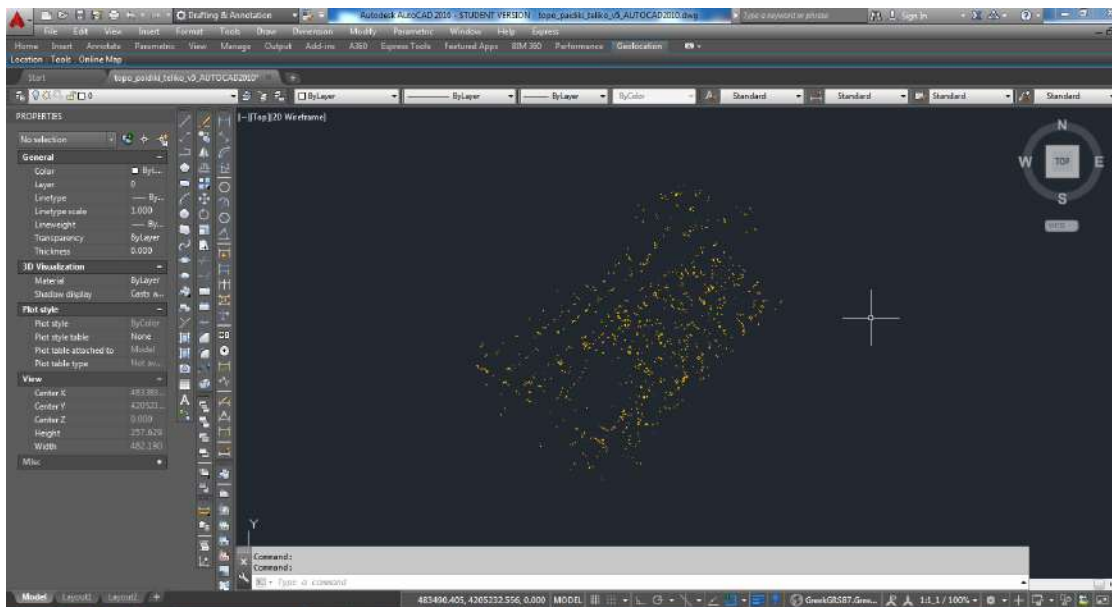
Ονομασία Σημείου	X	Y	Z	PARAMETROI GIA TH SXEDIAΣH
1	462883.715	4204707.327	233.734	Κλίμακας 1:500
2	462898.399	4204746.175	233.742	Μέγεθος σημείου (χρυσή)
3	462891.275	4204742.551	233.717	Χρώμα σημείου
4	462890.029	4204701.438	241.907	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
5	462887.470	4204705.748	241.167	Χρώμα κεντρικού
6	462881.588	4204714.052	233.421	Χρώμα κεντρικού
7	462889.150	4204703.854	240.840	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
8	462894.174	4204693.929	243.182	Χρώμα κεντρικού
9	462912.930	4204725.157	240.989	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
10	462906.077	4204699.022	243.342	Χρώμα κεντρικού
11	462905.304	4204704.175	242.278	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
12	462905.099	4204708.203	242.314	Χρώμα κεντρικού
13	462912.320	4204703.101	243.142	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
14	462917.513	4204709.374	242.979	Χρώμα κεντρικού
15	462911.082	4204698.559	242.805	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
16	462911.009	4204698.010	242.721	Χρώμα κεντρικού
17	462928.558	4204711.476	242.863	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
18	462908.534	4204698.843	244.194	Χρώμα κεντρικού
19	462913.071	4204691.367	244.482	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
20	462901.934	4204682.832	243.700	Χρώμα κεντρικού
21	462905.739	4204682.903	245.207	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
22	462893.252	4204682.284	246.204	Χρώμα κεντρικού
23	462890.830	4204683.378	258.012	Μέγεθος κεντρικού (χρυσή)
24	462887.975	4204668.883	249.380	Χρώμα κεντρικού

Εικόνα 65 Υπολογιστικό φύλλο excel σημείων σε περιβάλλον AutoCad

Με την εισαγωγή όλων των σημείων λεπτομέρειας στο AutoCAD δημιουργείται ξεχωριστό αρχείο dwg για κάθε σχέδιο που θα συνταχθεί. Το αρχείο αυτό συμπεριλαμβάνει όλα τα σημεία με οριζοντιογραφική (συντεταγμένες X,Y) και υψομετρική (H) πληροφορία καθώς και τον κωδικό του κάθε σημείου (Εικόνες 66,67).



Εικόνα 66 Χαρακτηριστικά σημεία των Ο.Τ.142α-Ο.Τ.143 σε περιβάλλον AutoCad



Εικόνα 67 Χαρακτηριστικά σημεία του Ο.Τ.190α σε περιβάλλον AutoCad

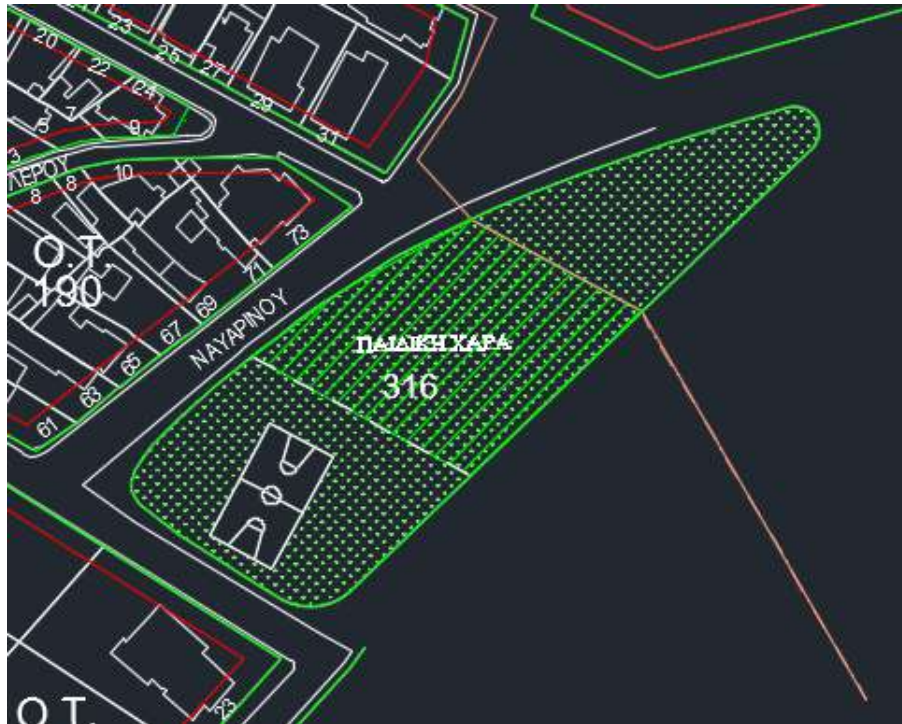
Για την σύνταξη του τοπογραφικού σχεδίου έχει δοθεί πρότυπο σχέδιο από την τεχνική υπηρεσία του Δήμου Πατάγου – Χολαργού ώστε να ακολουθηθούν οι ίδιοι τοπογραφικοί συμβολισμοί. Επίσης δόθηκε το ρυμοτομικό σχέδιο του δήμου σε ψηφιακή μορφή (Εικόνες 68,69,70). Η σχεδίαση έγινε έχοντας υπόψιν ότι τα τοπογραφικά σχέδια θα εκτυπωθούν σε κλίμακα 1:500.



Εικόνα 68 Ψηφιακό αρχείο DWG του ρυμοτομικού σχεδίου του Δήμου Παπάγου - Χολαργού



Εικόνα 69 Απόσπασμα του ψηφιακού ρυμοτομικού των Ο.Τ.142α-143



Εικόνα 70 Απόσπασμα του ψηφιακού ρυμοτομικού των Ο.Τ.192α

Απεικόνιση ισοϋψών καμπύλων

Για λόγους σωστής απεικόνισης του ανάγλυφου του εδάφους της περιοχής, καθώς πρόκειται για τους πρόποδες του Υμηττού, μετρήθηκαν υψομετρικά σημεία σε όλη την έκταση των Ο.Τ.142α και 143 με την μέθοδο RTK και την ταχυμετρική μέθοδο. Η απόδοση του ανάγλυφου αποδόθηκε στο τοπογραφικό σχέδιο με την χρήση ισοϋψών καμπυλών.

Οι ισοϋψείς αποτελούν ιστορικά την πλέον διαδεδομένη μέθοδο για την αποθήκευση και την απόδοση των χαρακτηριστικών του ανάγλυφου του εδάφους, έχουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- Δεν τέμνονται μεταξύ τους.
- Δε διακλαδίζονται.
- Είναι κλειστές καμπύλες. Κάθε ισοϋψής καμπύλη κλείνει στον εαυτό της, είτε εντός των ορίων του σχεδίου, είτε εκτός αυτών, οπότε διακόπτεται στα όρια του σχεδίου.
- Εμφανίζονται στο σχέδιο ως ακανόνιστες καμπύλες.
- Ομαλές καμπύλες δείχνουν κλίσεις των οποίων οι μεταβολές κλιμακώνονται ομαλά.
- Ανώμαλο σχήμα καμπυλών απεικονίζει απότομο και τραχύ έδαφος.
- Η πυκνότητά τους είναι ανάλογη με την κλίση του εδάφους.
- Έχουν την τάση να παραλληλίζονται με τις γειτονικές τους ισοϋψείς καμπύλες.
- Τα υψώματα (λόφοι) απεικονίζονται με κλειστές καμπύλες. Με τον ίδιο τρόπο απεικονίζονται οι κοιλότητες του εδάφους. Προς αποφυγή συγχύσεων στη δεύτερη περίπτωση η ισοϋψής διαγραμμίζεται με κάθετες προς αυτή μικρές γραμμές προς το μέρος της κατάπτωσης.

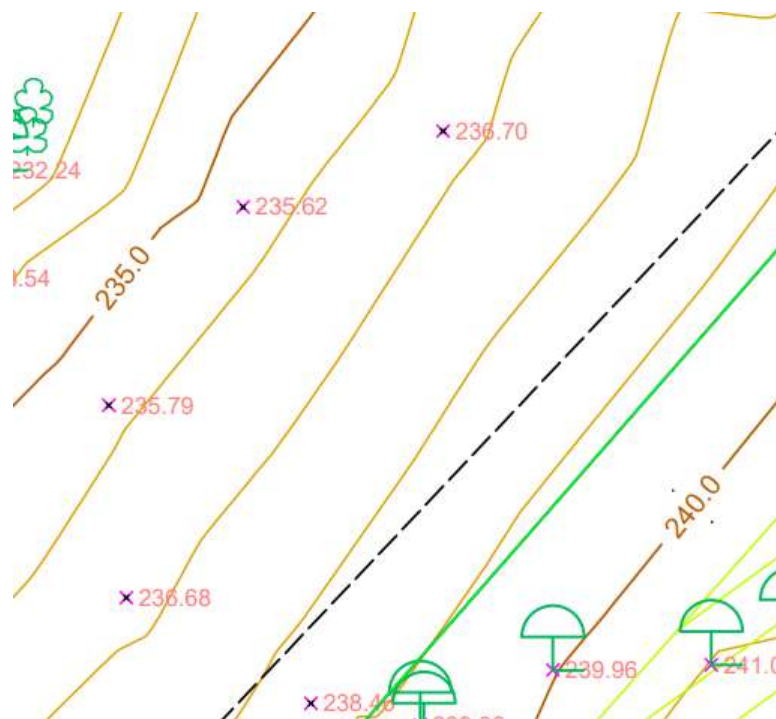
- Από τη μορφολογική τους εμφάνιση, συμπεραίνεται η μορφή του εδάφους (αντερείσματα, υδρορροές, κοιλάδες, χαράδρες κ.λπ.).
- Με τη βοήθεια των ισοψών καμπυλών αποδίδεται το ανάγλυφο του εδάφους για κλίσεις μέχρι 50g δηλαδή 100%. Σε μεγαλύτερες κλίσεις χρησιμοποιείται το σύμβολο του πρανούς ή του βράχου

Η τιμή του υψομέτρου που απεικονίζει κάθε καμπύλη αναγράφεται πάντοτε με έντονους χαρακτήρες σε κάποιο σημείο, όπου διακόπτεται η συνέχειά της. Η αναγραφή του υψομέτρου γίνεται στην ίδια διεύθυνση σε όλες τις καμπύλες. Κάθε συγκεκριμένο αριθμό καμπύλων (ανάλογα με την επιλεγμένη κλίμακα απόδοσης) σχεδιάζεται καμπύλη με εντονότερη γραμμογραφία, ώστε να γίνεται πιο εποπτική η παρουσίαση (Εικόνα 71). Η διαφορά στην τιμή του υψομέτρου μεταξύ δύο διαδοχικών υψομετρικών καμπυλών ονομάζεται ισοδιάσταση η οποία σε ένα τοπογραφικό διάγραμμα ή χάρτη ορίζεται ανάλογα με:

- την κλίμακα εκτύπωσης του,
- την κλίση του εδάφους, δηλαδή την πυκνότητα των καμπυλών, προκειμένου να είναι ευκρινές και να αποδίδεται σωστά το ανάγλυφο του εδάφους.

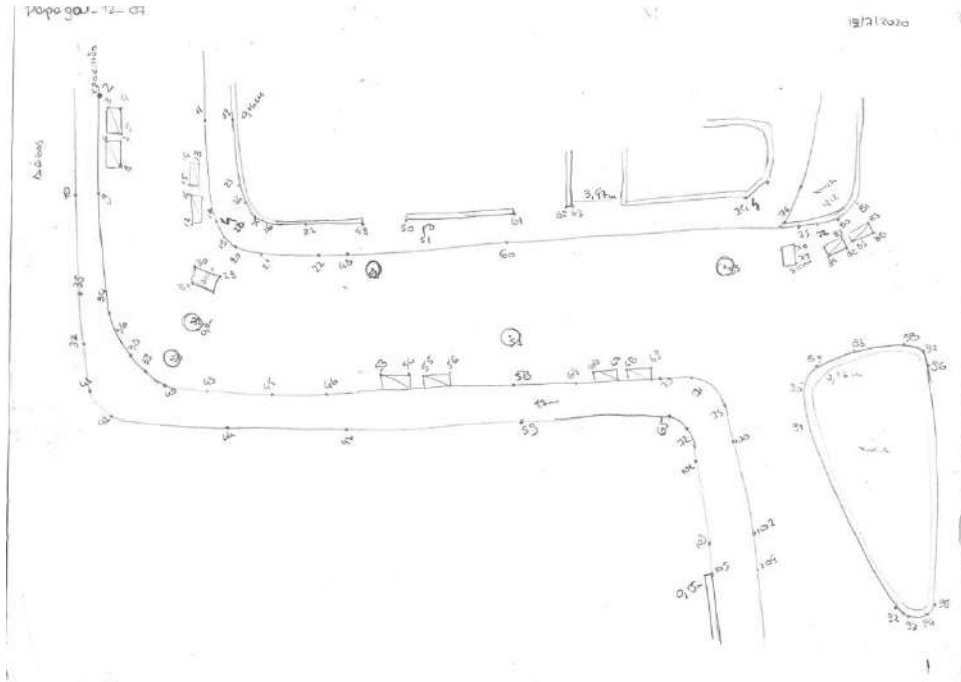
Η δημιουργία των ισοψών καμπυλών έγινε με το λογισμικό Surfer V7.

Η τιμή της ισοδιάστασης δηλαδή της κατακόρυφης απόστασης ανάμεσα στα διαδοχικά χωροσταθμικά επίπεδα τομής του εδάφους αποφασίστηκε να είναι ένα μέτρο.

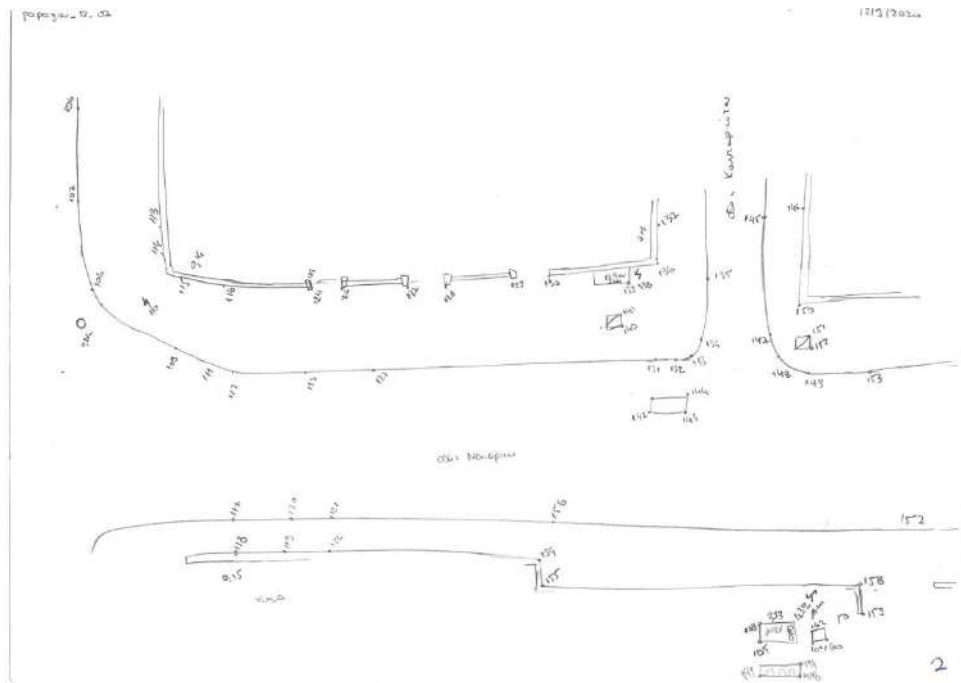


Εικόνα 71 Απόσπασμα ισοψών καμπυλών

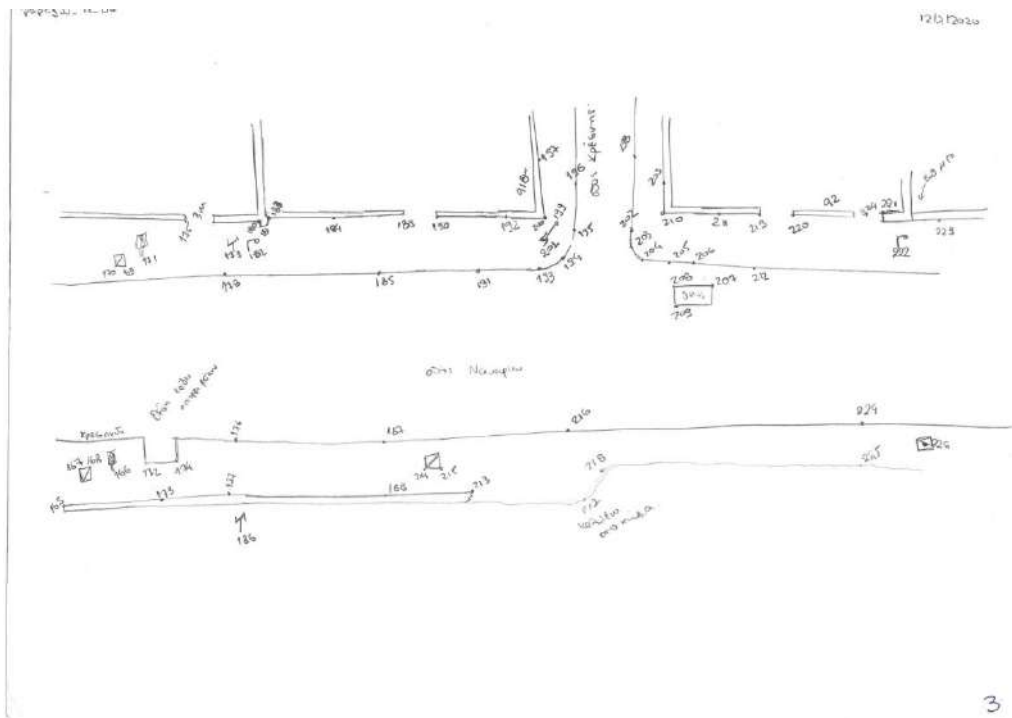
Τα σκαριφήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση του σχεδίου Ο.Τ.142α και 143 απεικονίζονται στις ακόλουθες εικόνες (Εικόνες 72-81).



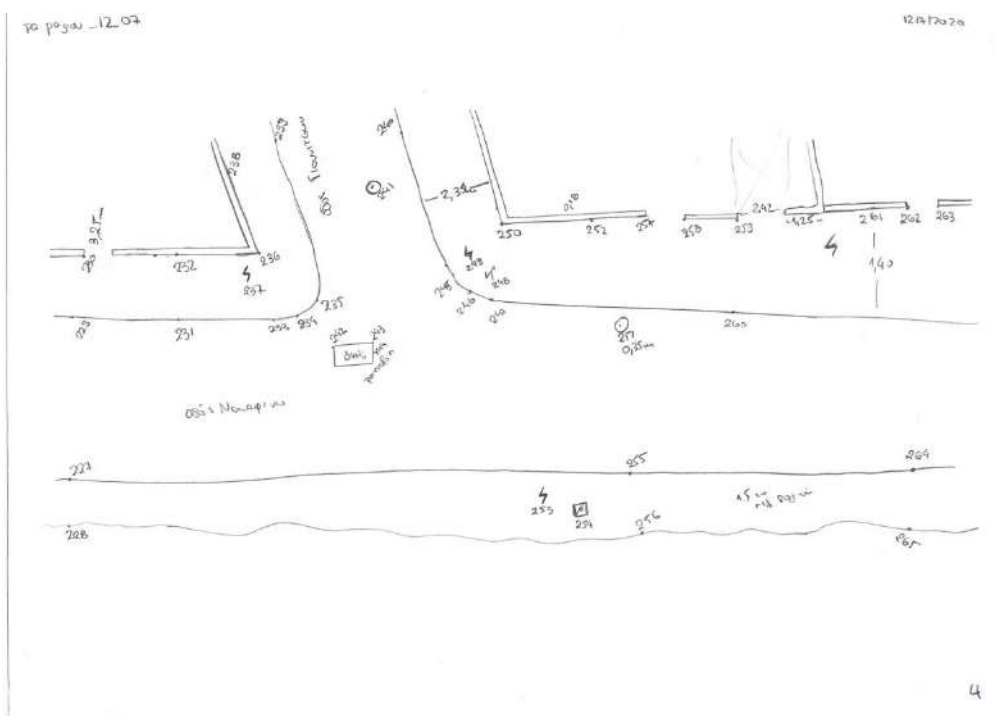
Εικόνα 72 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



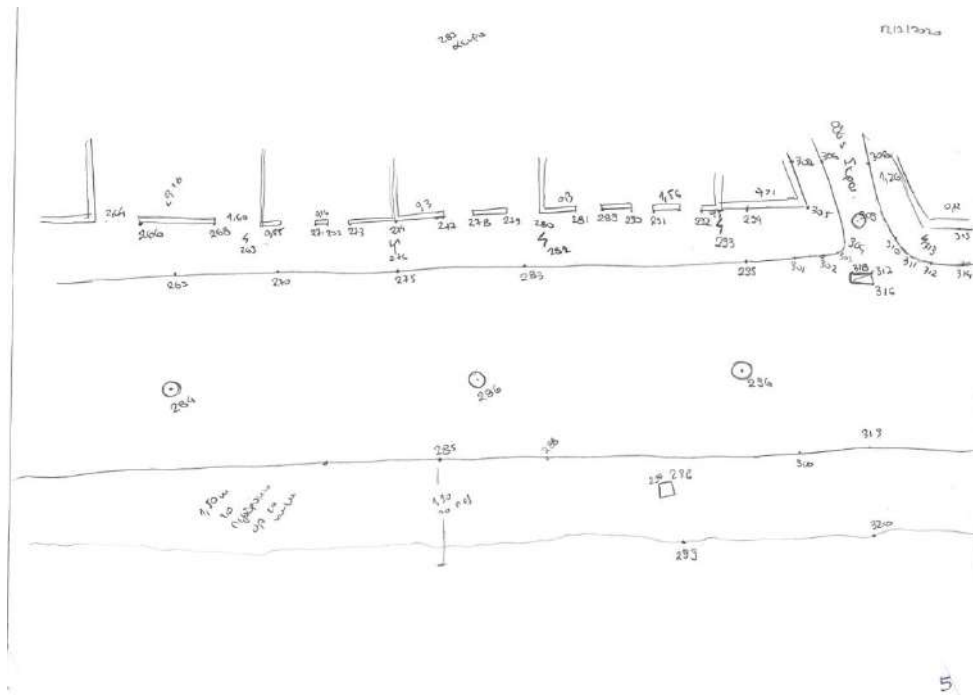
Εικόνα 73 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



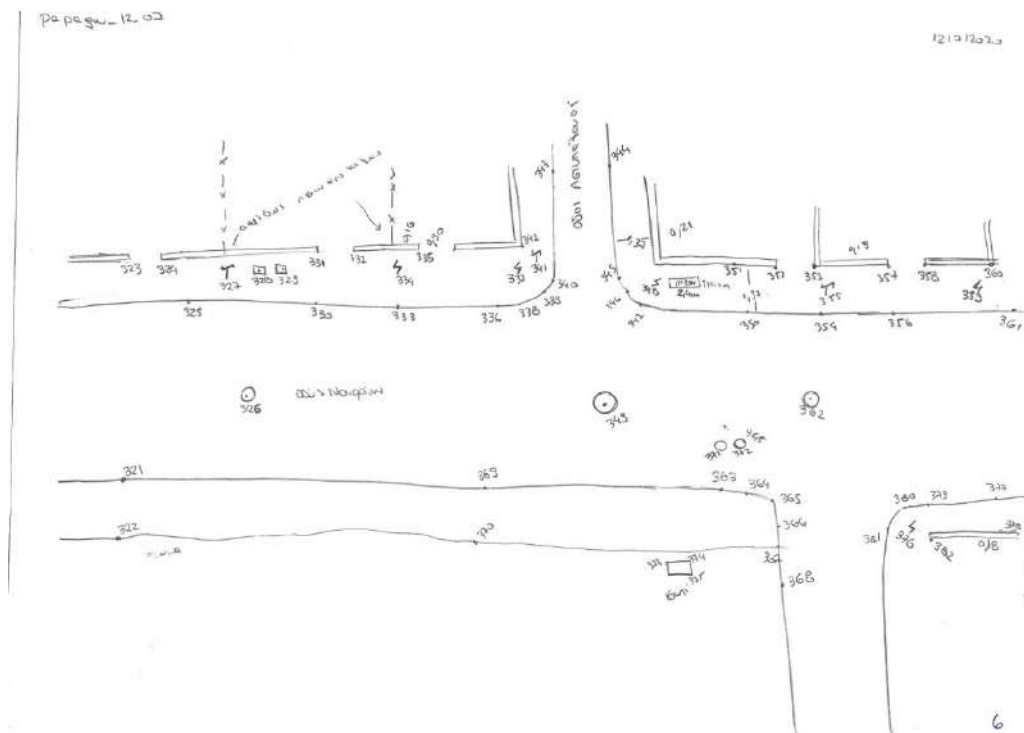
Εικόνα 74 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



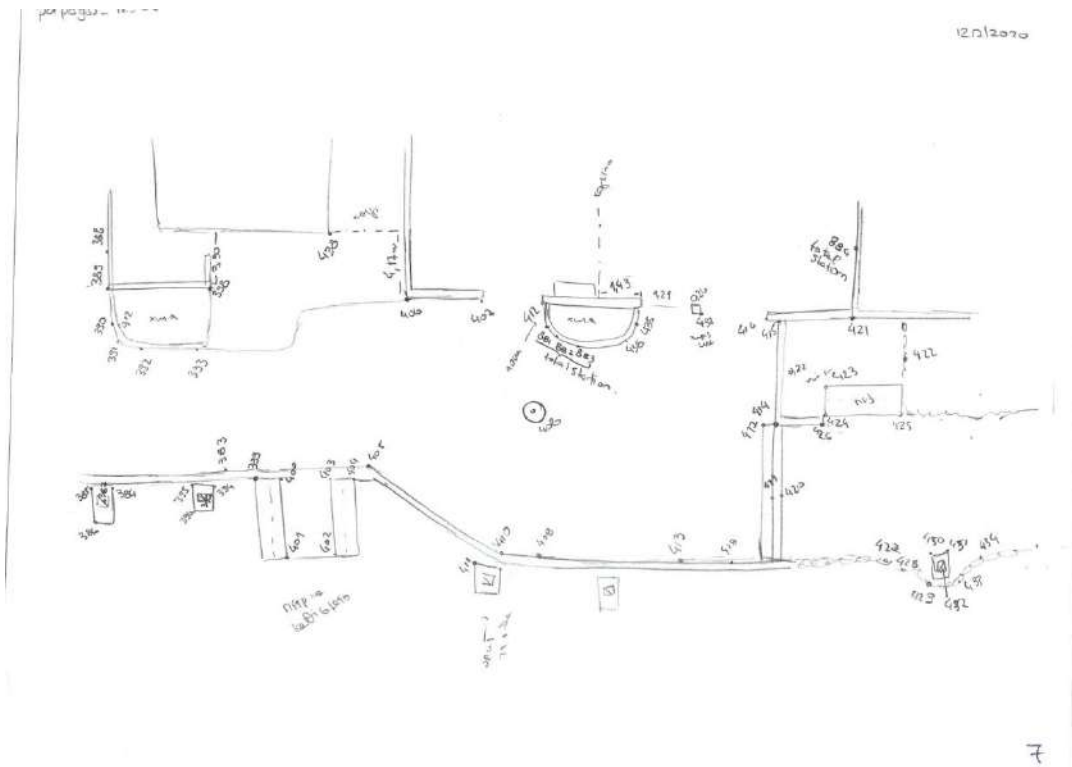
Εικόνα 75 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



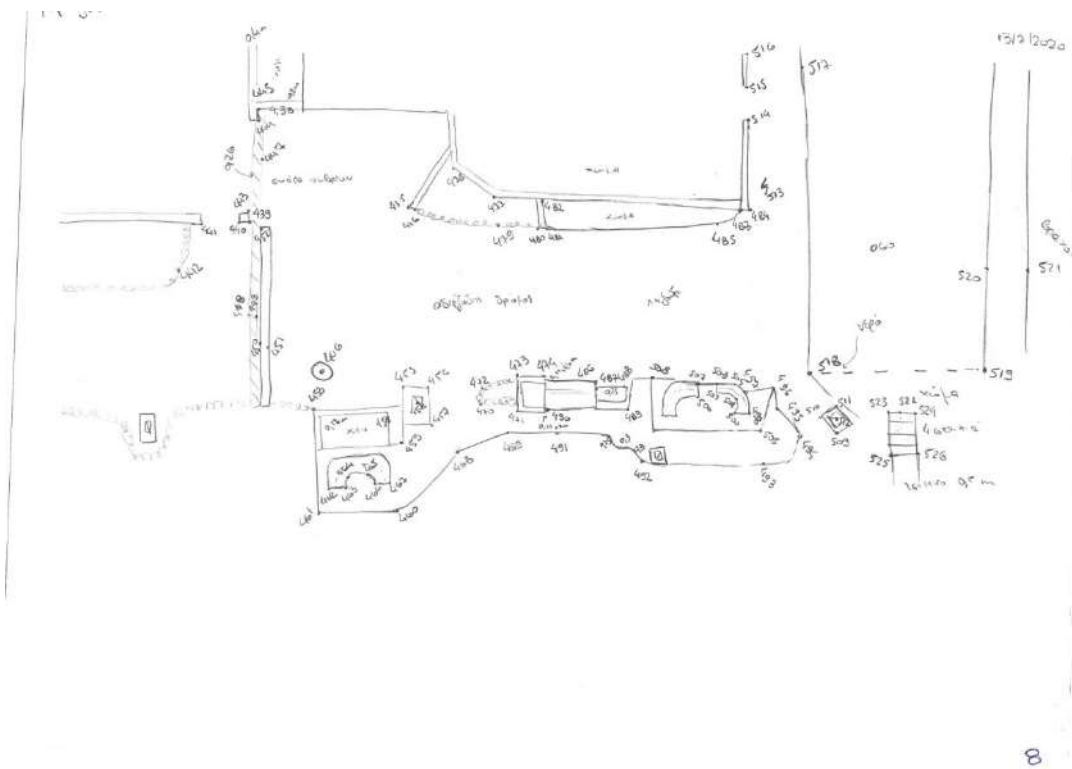
Εικόνα 76 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



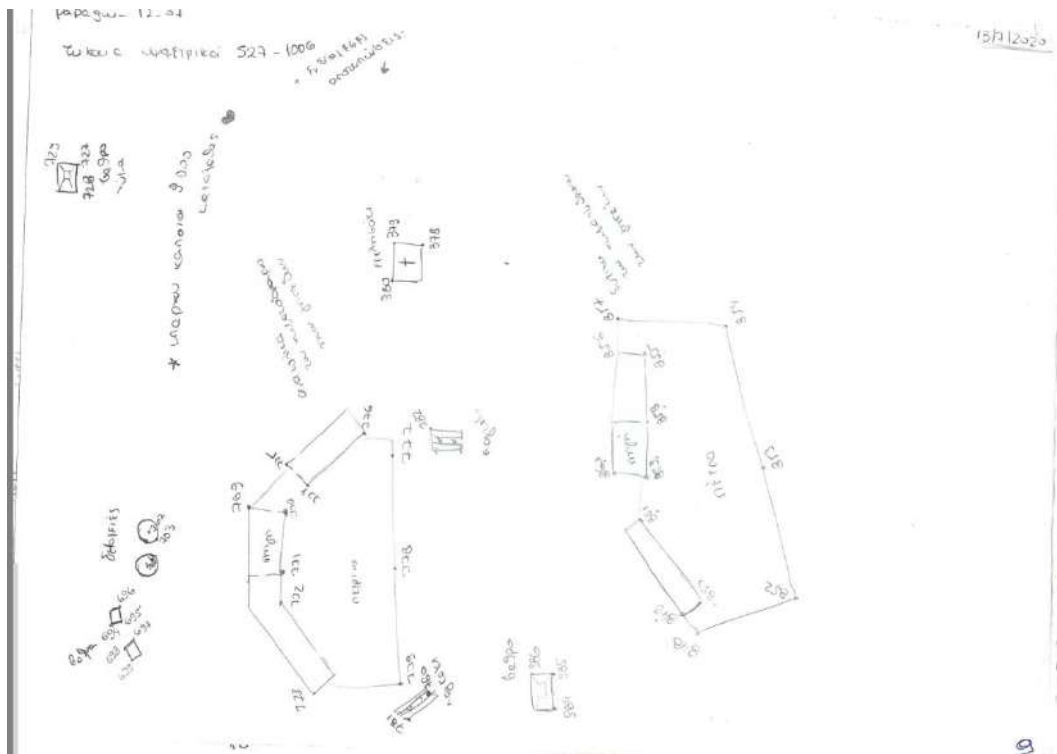
Εικόνα 77 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



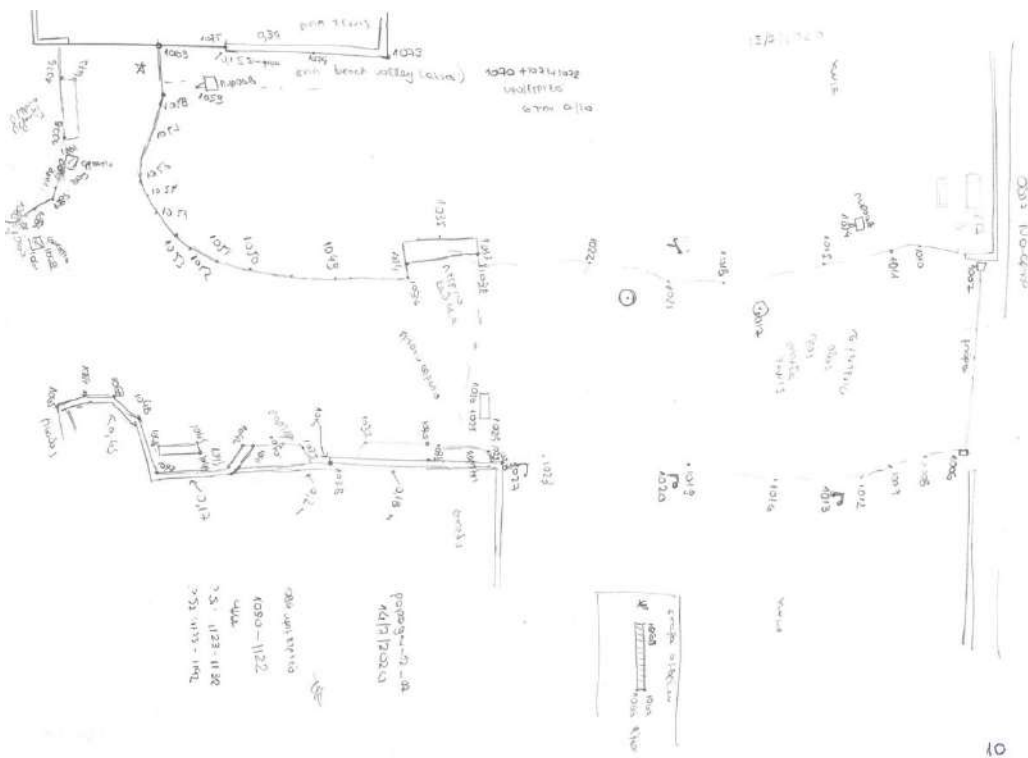
Εικόνα 78 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143



Εικόνα 79 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143

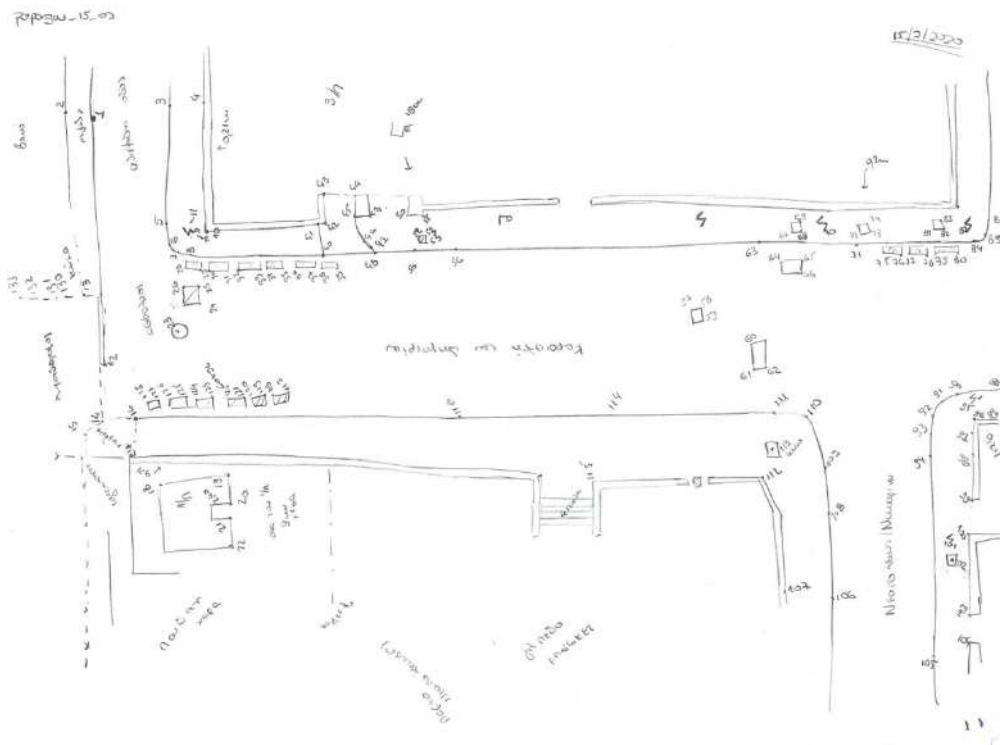


Εικόνα 80 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143

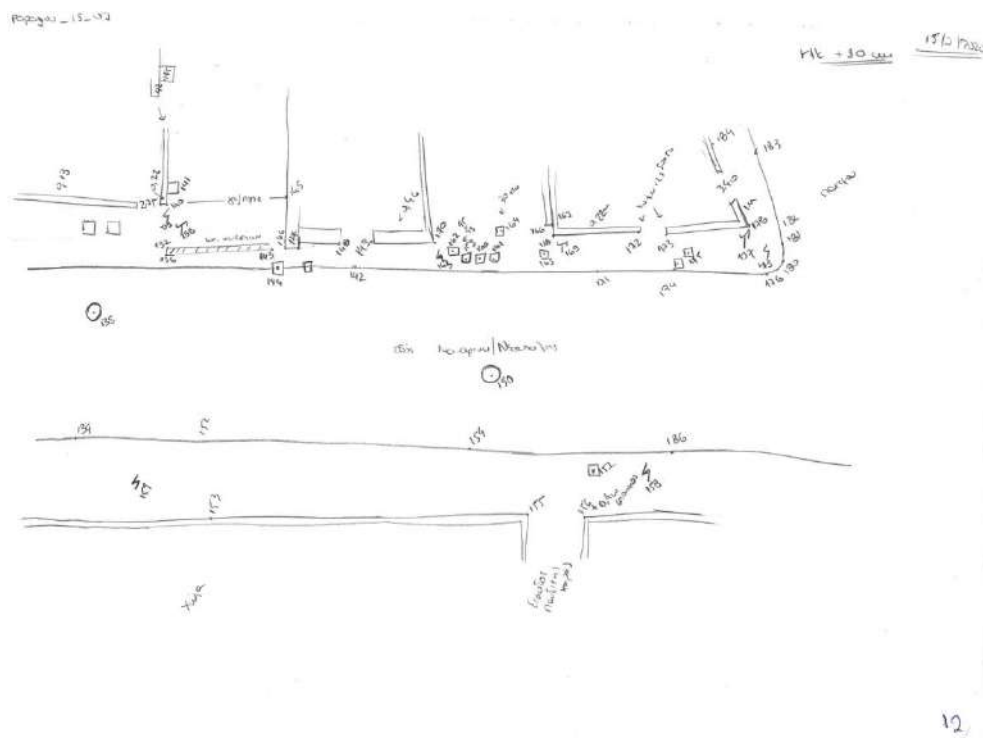


Εικόνα 81 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.142α-143

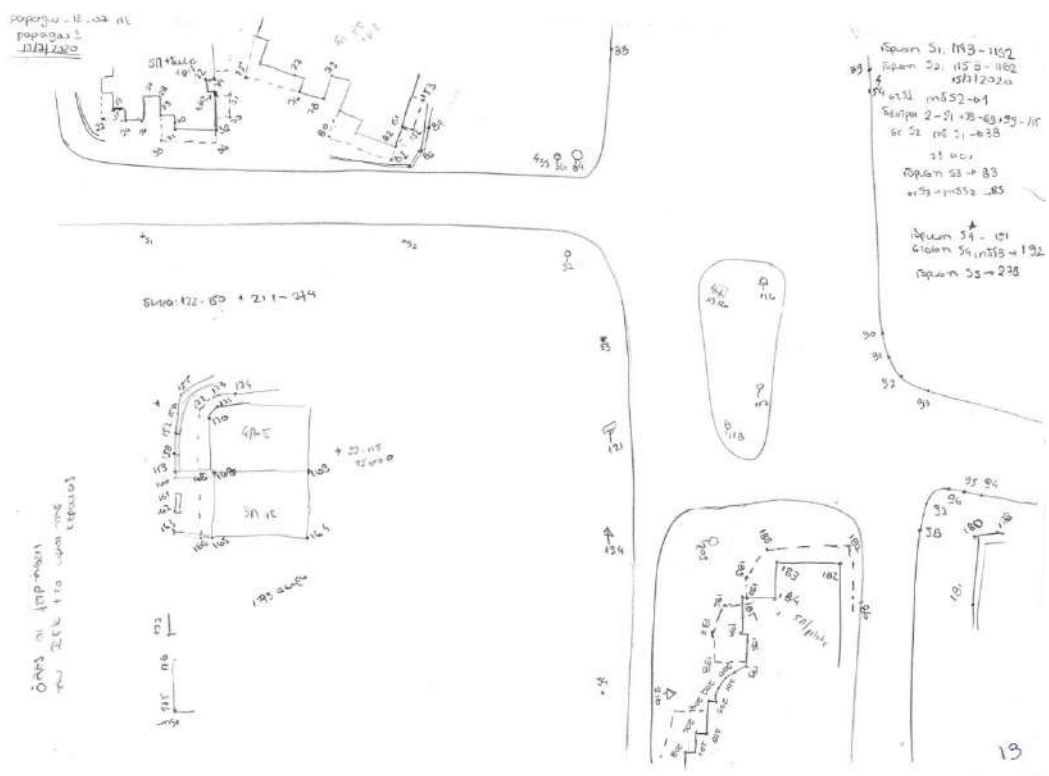
Τα σκαριφήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση του σχεδίου Ο.Τ.190α απεικονίζονται στις ακόλουθες εικόνες (Εικόνες 82-96).



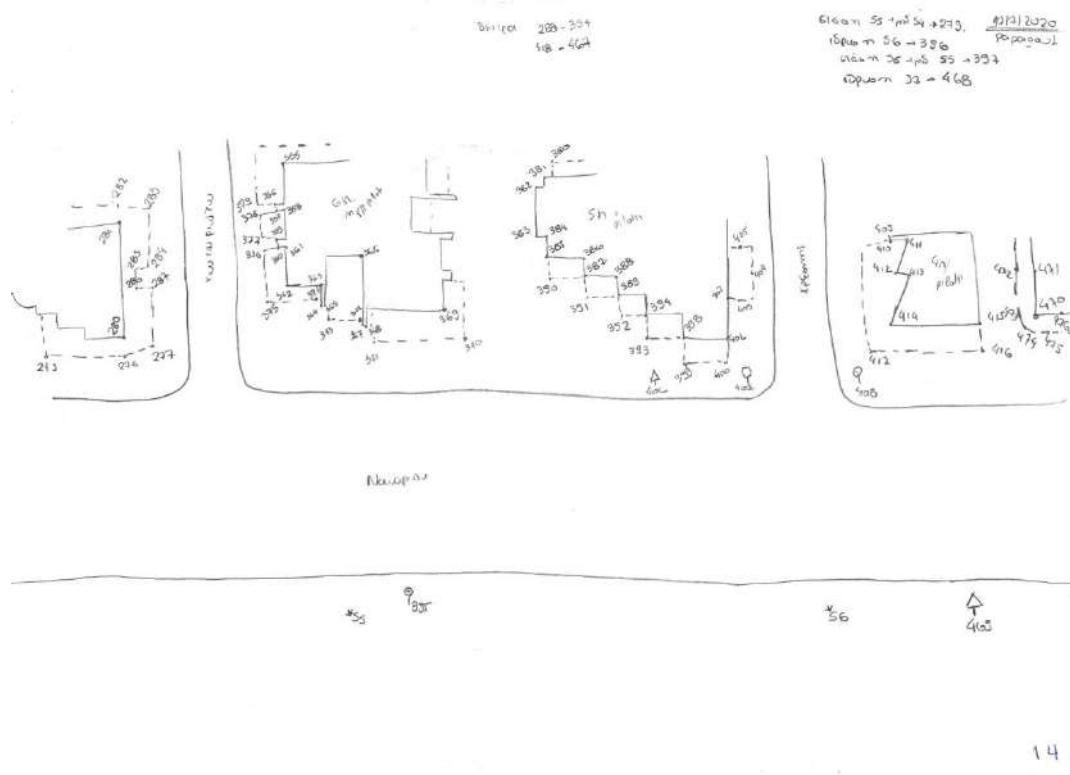
Εικόνα 82 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



Εικόνα 83 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



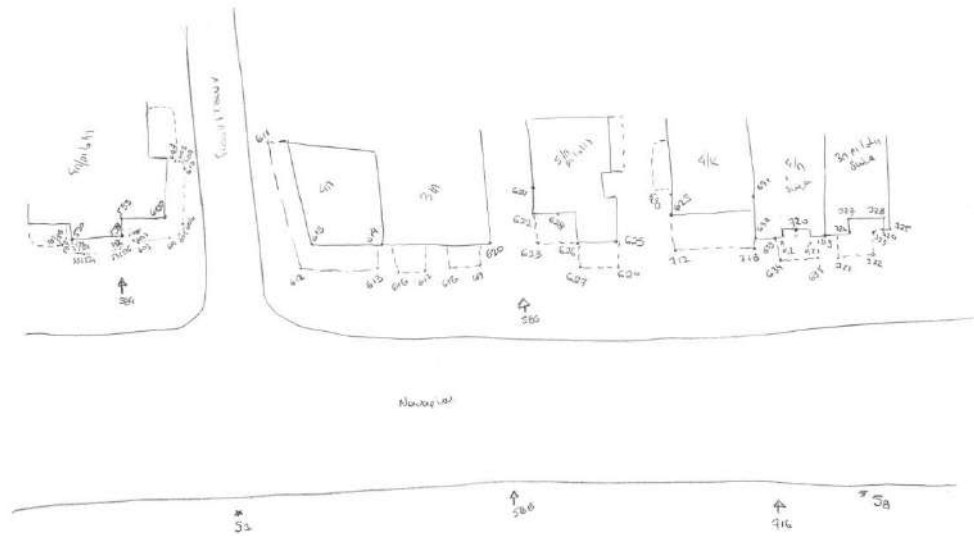
Εικόνα 84 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



Εικόνα 85 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α

19 3/2020
SB → MS 52 → 412
SB → MS 58 → 628
SB → MS 54 → 452

Σύμφωνα με 416 - 588 + 688 - 915

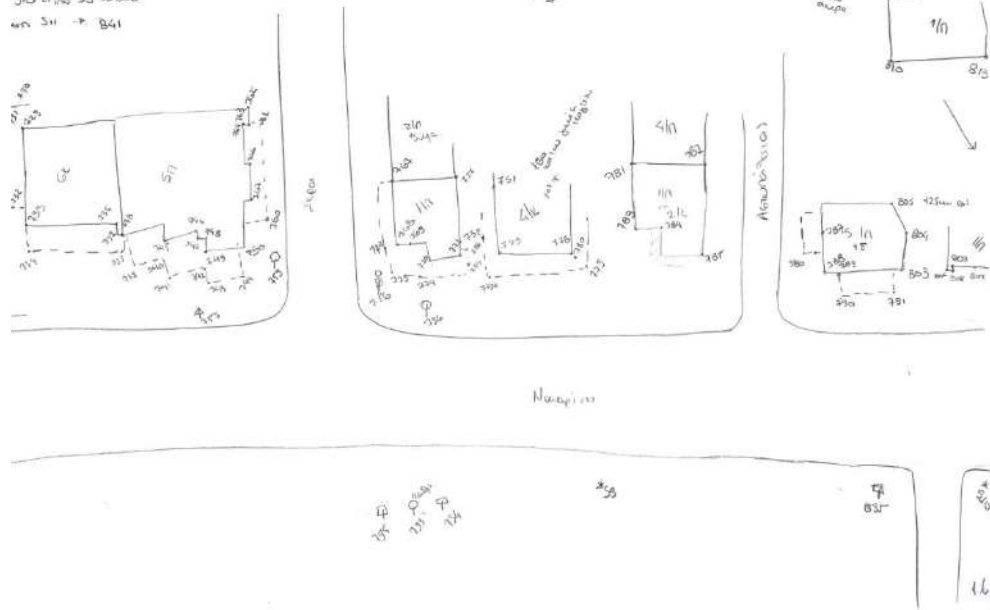


Εικόνα 86 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α

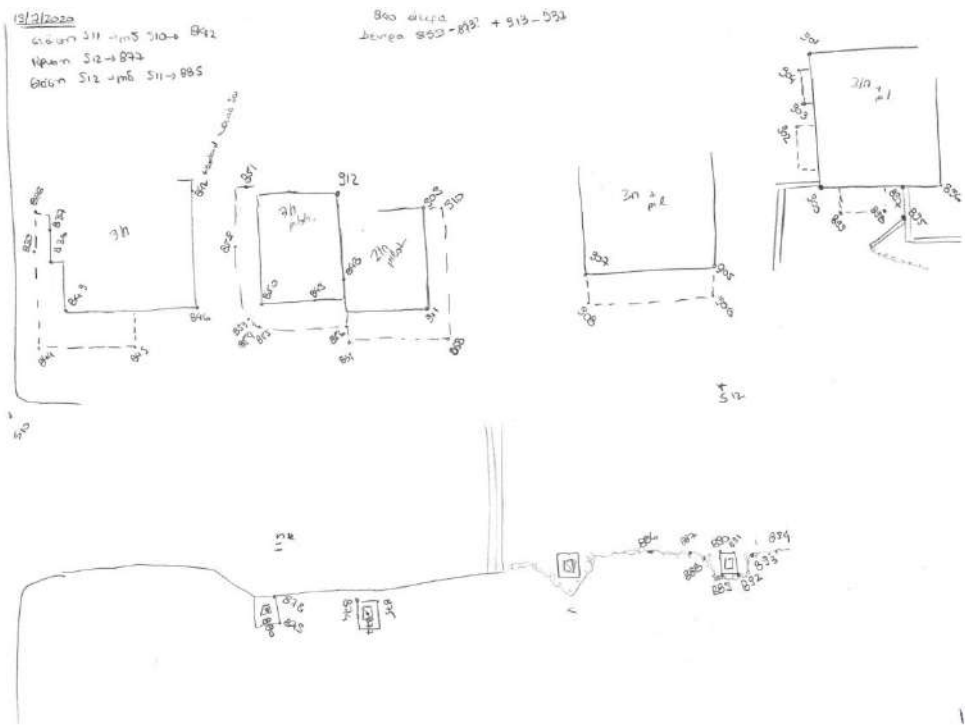
2020
SB → MS 54 → 621
SB → MS 58 → 758
SB → MS 58 → 758
SB → MS 58 → 758
SB → MS 58 → 802
SB → MS 54 → 841

Σύμφωνα με 758 - 801 + 814 - 859

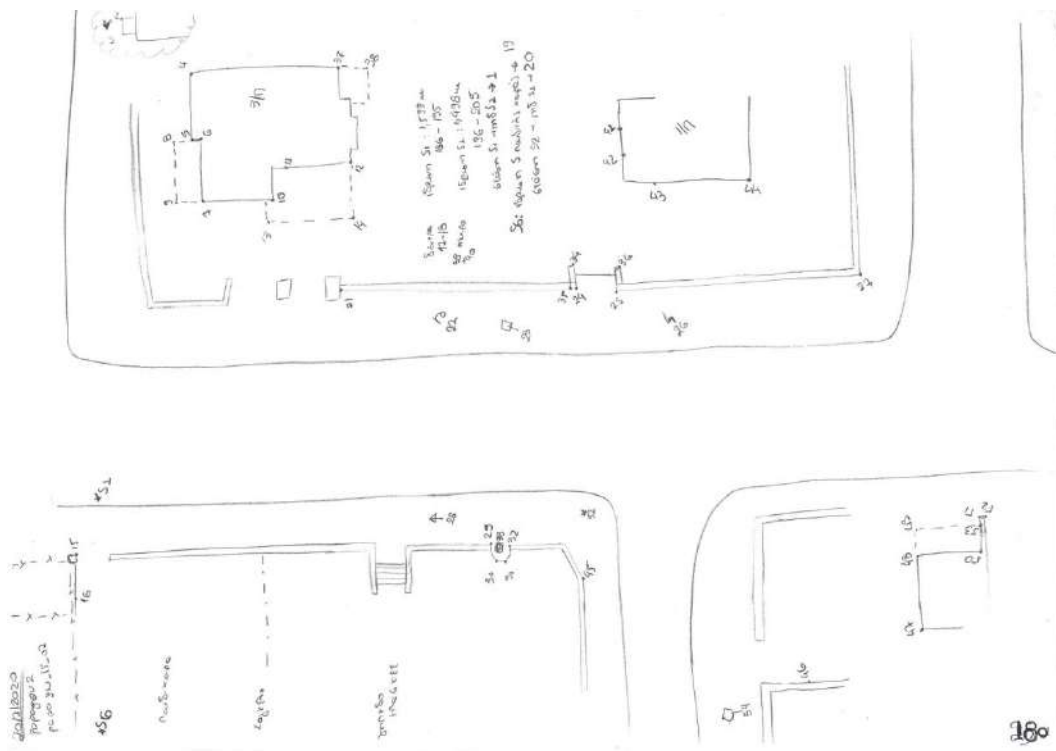
Εξέταση ΣΤ
1/1000 - 1/500



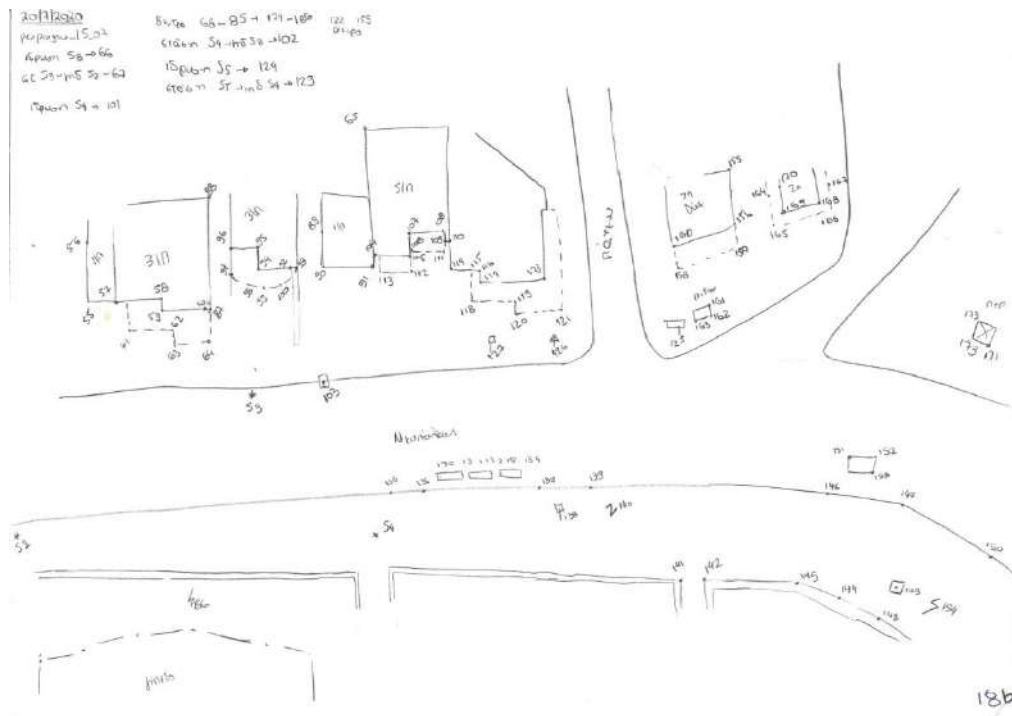
Εικόνα 87 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



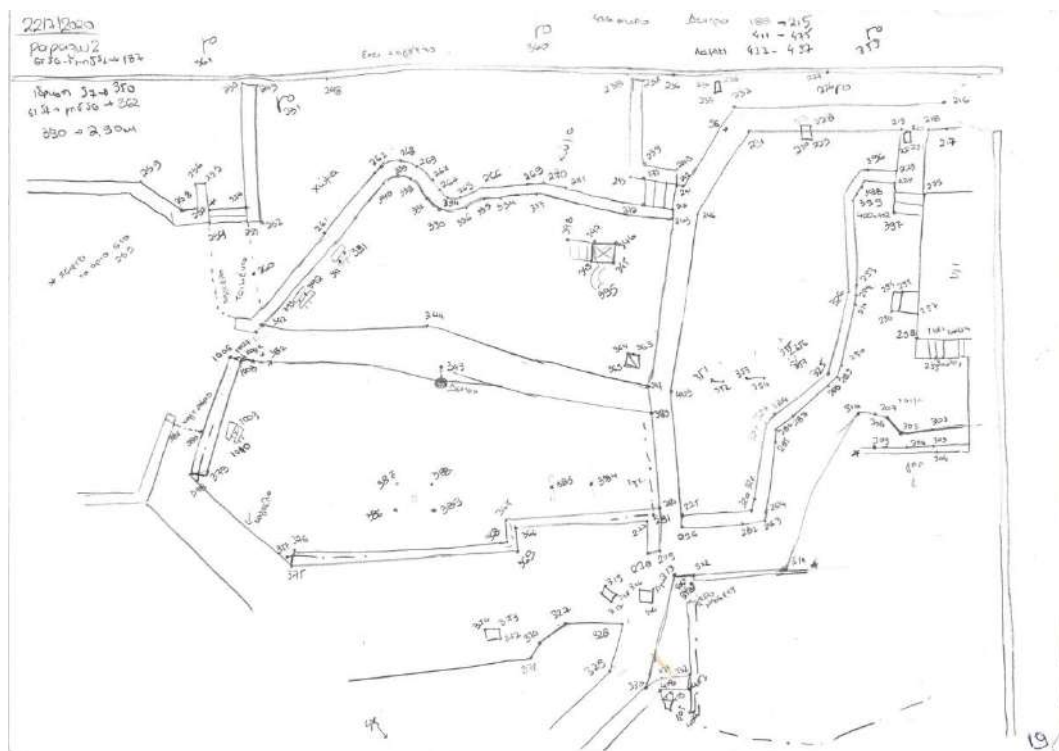
Εικόνα 88 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



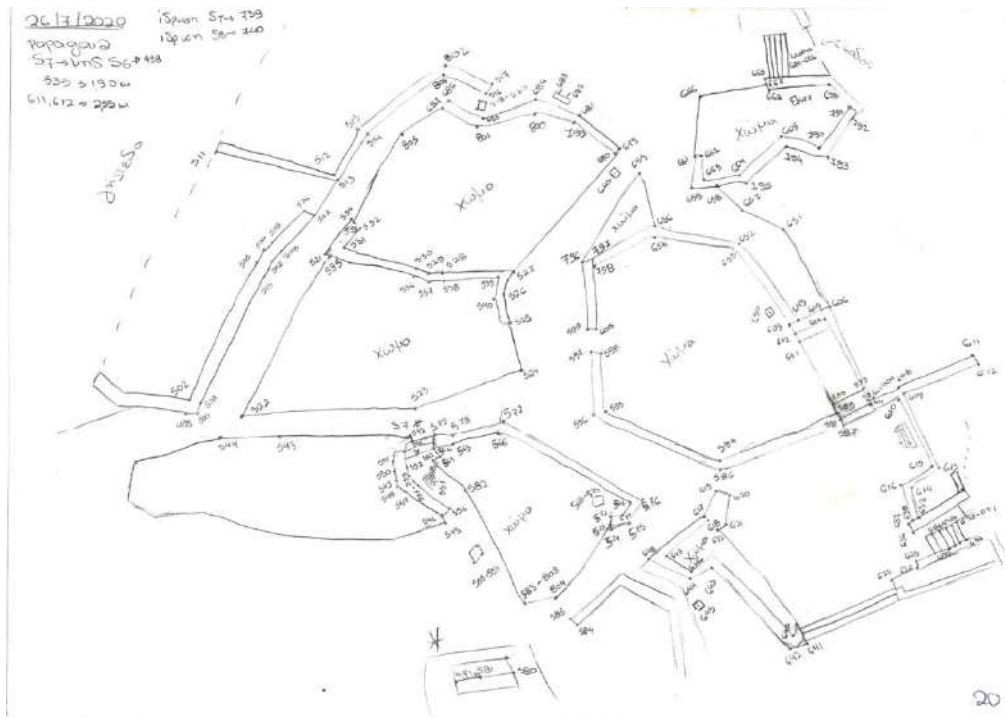
Εικόνα 89 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



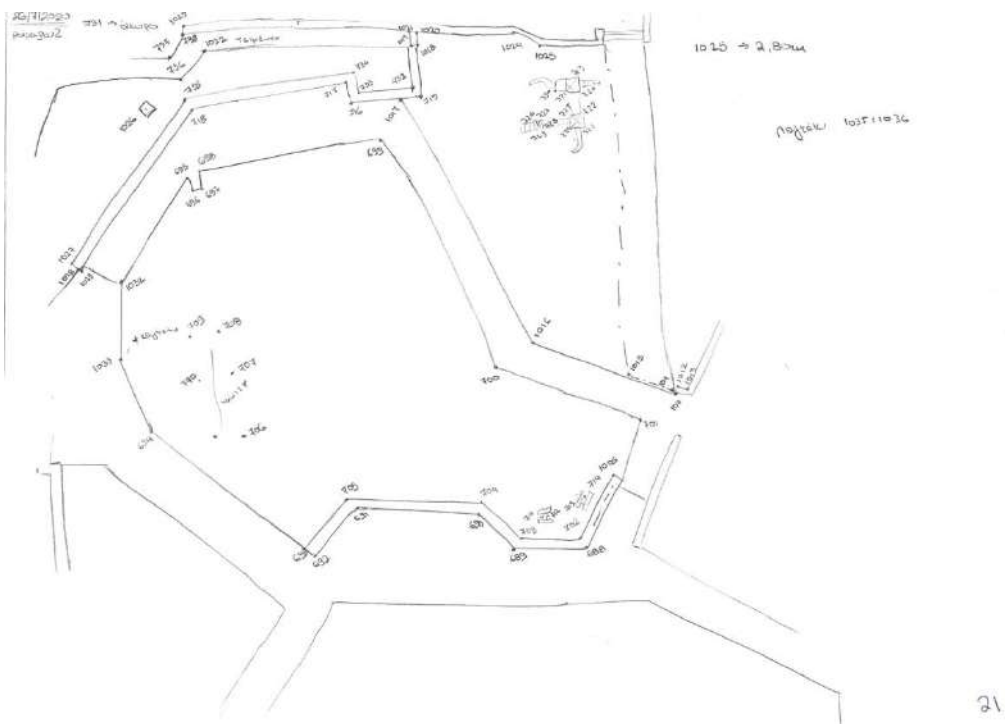
Εικόνα 90 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α



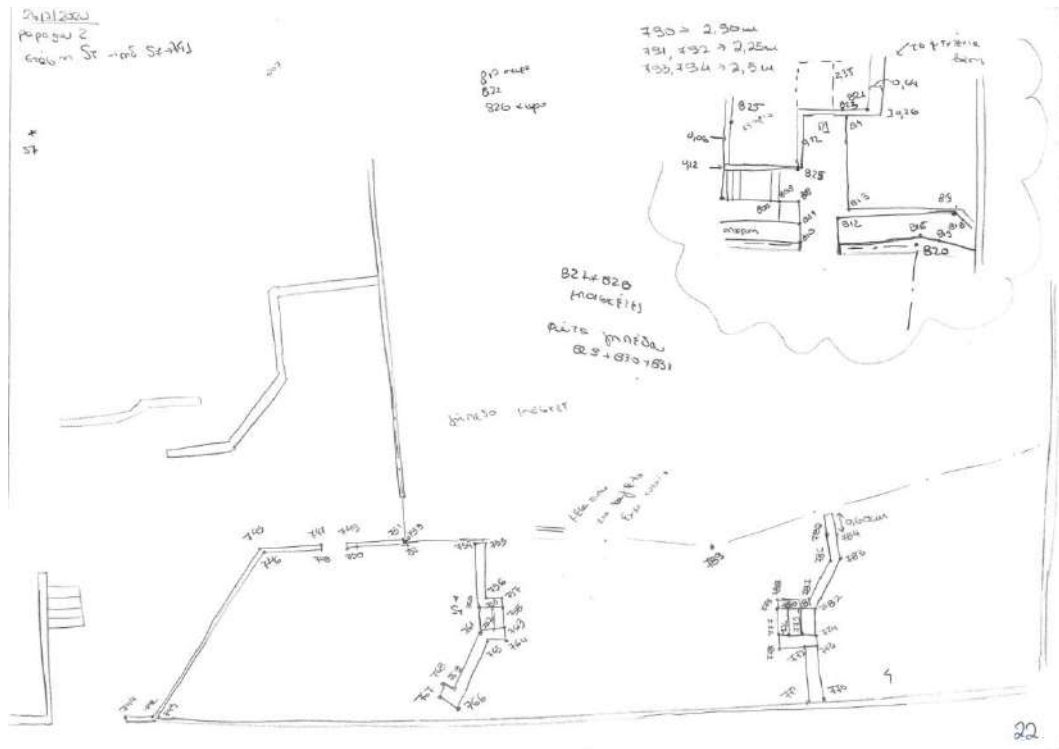
Εικόνα 91 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα εσωτερικά της παιδικής χαράς στο Ο.Τ.190α



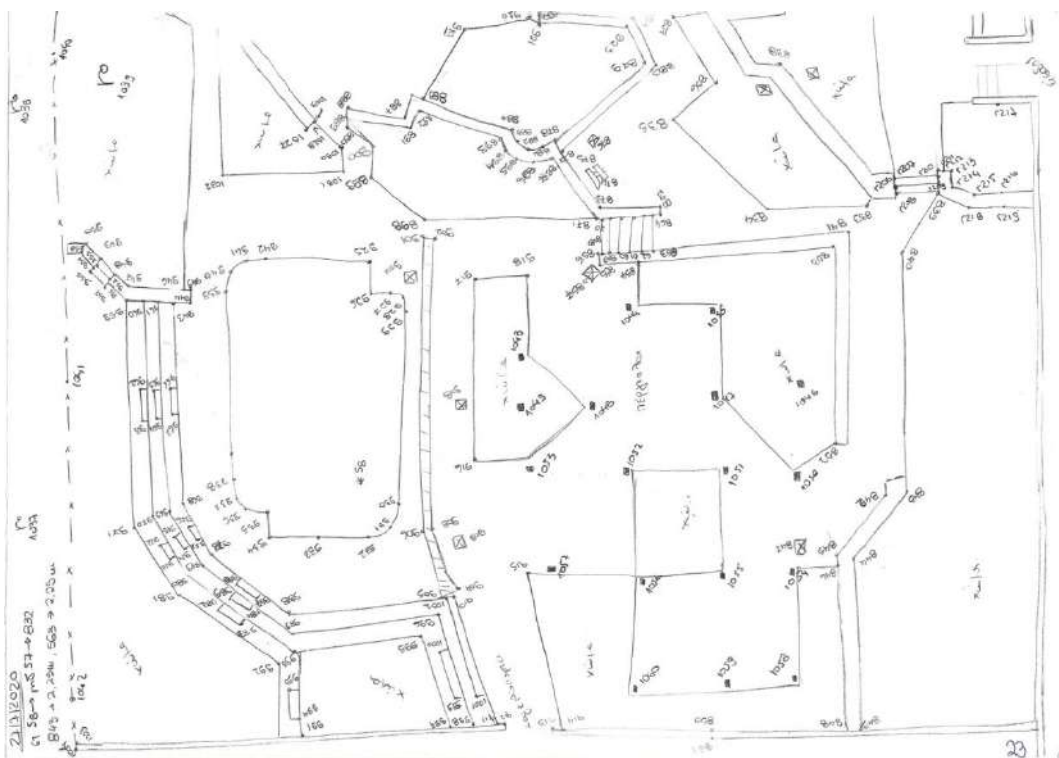
Εικόνα 92 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα εσωτερικά της παιδικής χαράς στο Ο.Τ.190α



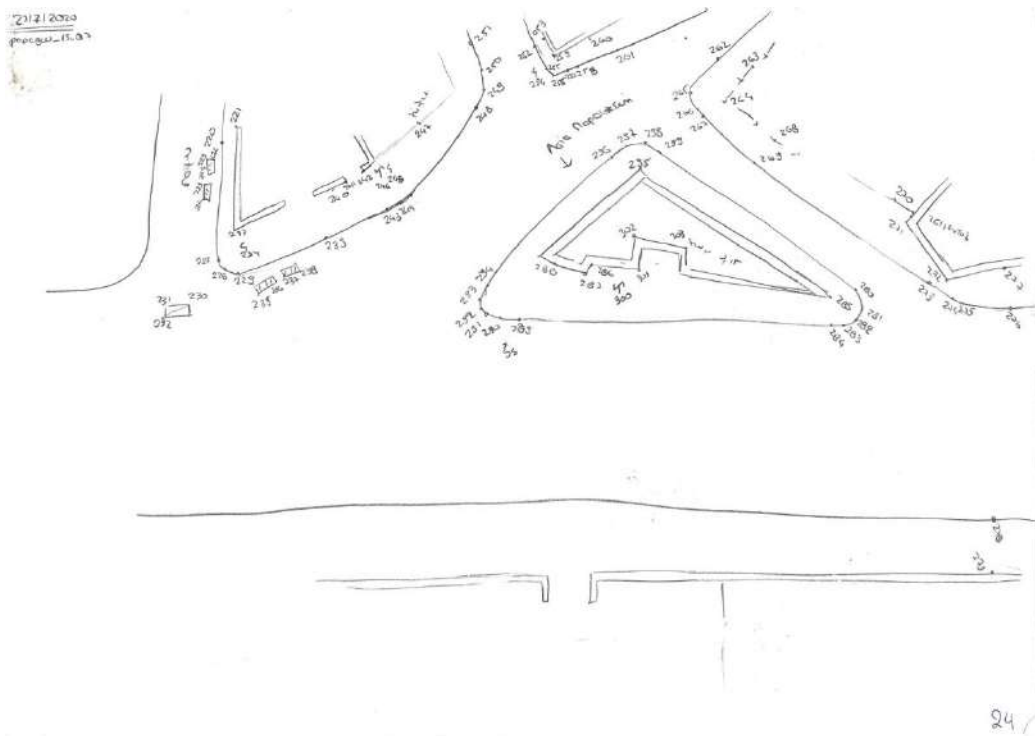
Εικόνα 93 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα εσωτερικά της παιδικής χαράς στο Ο.Τ.190α



Εικόνα 94 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα εσωτερικά της παιδικής χαράς στο Ο.Τ.190α

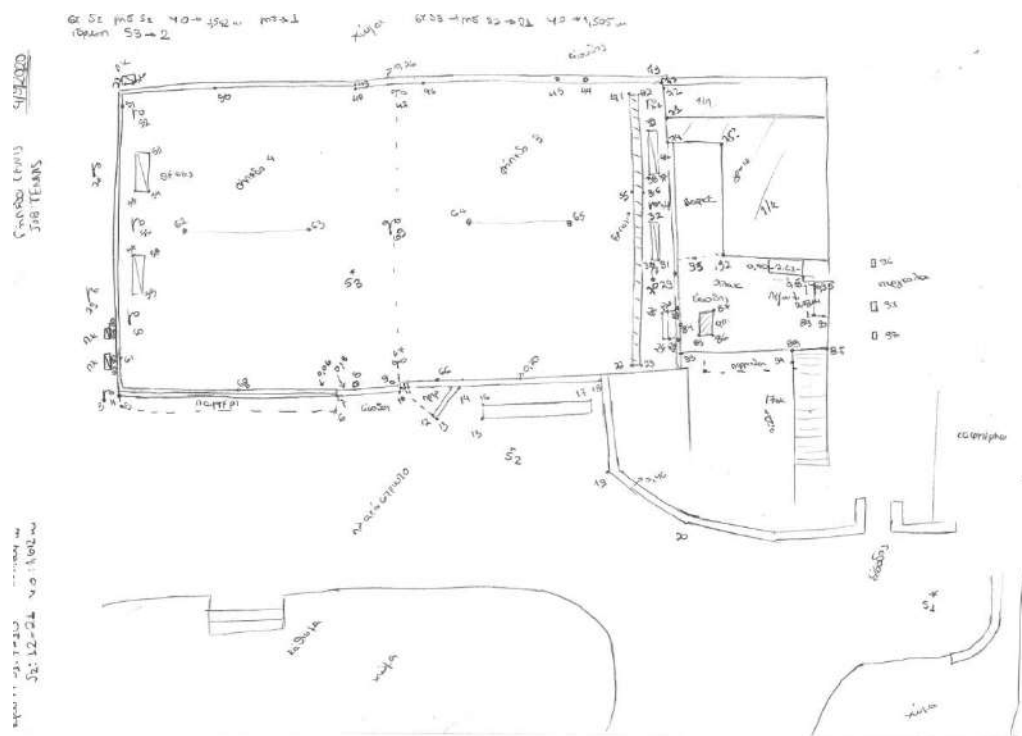


Εικόνα 95 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα εσωτερικά της παιδικής χαράς στο Ο.Τ.190α

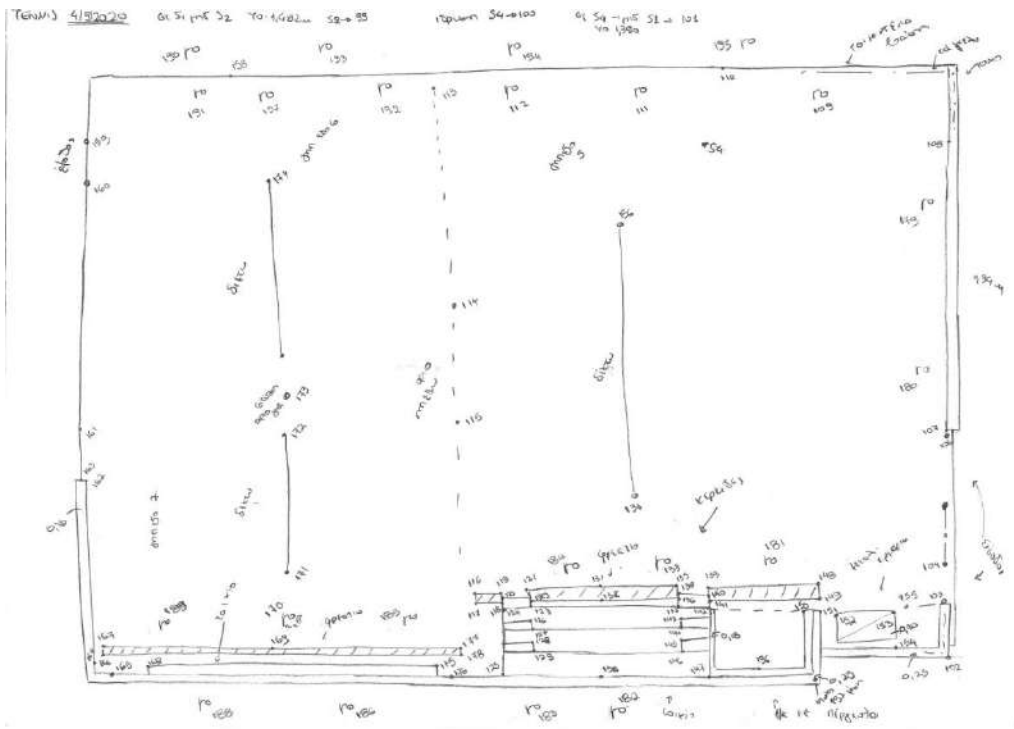


Εικόνα 96 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ο.Τ.190α

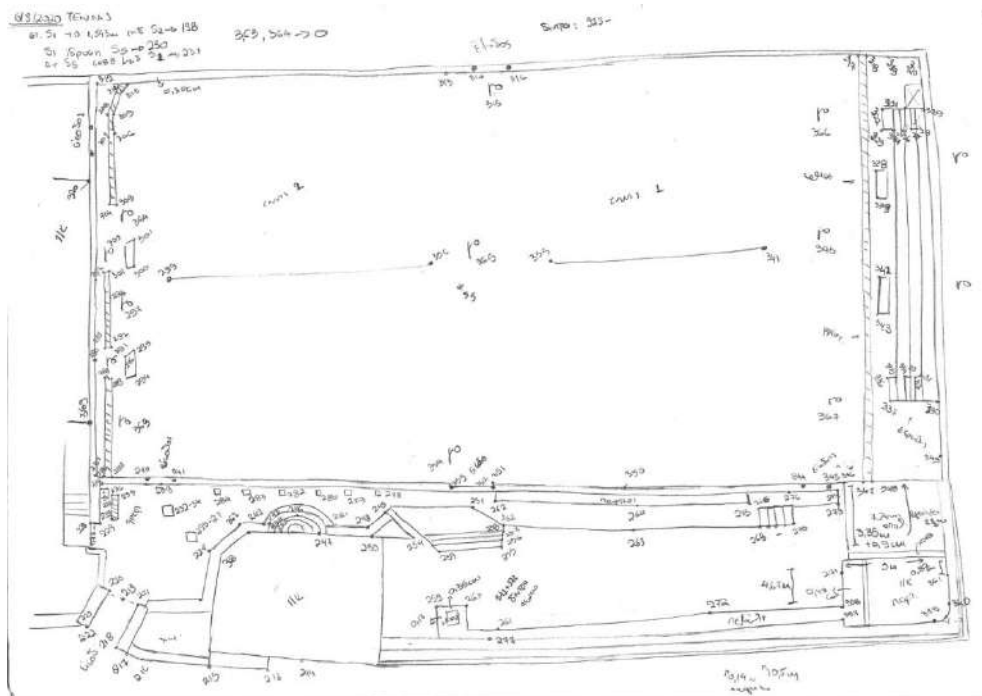
Τα σκαριφήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την απόδοση του σχεδίου Ο.Τ.143 Όμιλος Αντισφαίρισης Χολαργού απεικονίζονται στις ακόλουθες εικόνες (Εικόνες 97-100).



Εικόνα 97 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ομίλου αντισφαίρισης Χολαργού στο Ο.Τ.143



Εικόνα 98 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ομίλου αντισφαίρισης Χολαργού στο Ο.Τ.143



Εικόνα 99 Αυτοσχέδιο σκαρίφημα Ομίλου αντισφαίρισης Χολαργού στο Ο.Τ.143

5.6. Παρουσίαση τελικών σχεδίων

Η σύνταξη ενός τοπογραφικού διαγράμματος, ακολουθεί κάποιες βασικές αρχές, ώστε να είναι εύκολα αναγνώσιμο και χρησιμοποιήσιμο από οποιονδήποτε χρήστη.

- Απαραίτητα χρησιμοποιούνται διάφοροι συμβολισμοί αλλά και διαφορετικά είδη και πάχη γραμμών, διαφορετικά χρώματα, προκειμένου να διαχωρίζονται τα στοιχεία που αποτυπώνονται σε αυτό (κτήρια, οδοί, μαντρότοιχοι, οικοδομικές και ρυμοτομικές γραμμές, δίκτυα υποδομής, στύλοι ΔΕΗ, ΟΤΕ, δέντρα, εξώστες, κ.α). Σε κάποια θέση του διαγράμματος σε κατάλληλο μέγεθος τοποθετείται υπόμνημα που περιλαμβάνει όλες τις γραμμές και τους συμβολισμούς που έχουν χρησιμοποιηθεί στη σύνταξη του. Στην εικόνα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι συμβολισμοί που χρησιμοποιήθηκαν στην σύνταξη του τοπογραφικού διαγράμματος των Ο.Τ.142α και 143.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΩΝ							
	Τριγωνομετρικό σημείο		Ρυμοτομική γραμμή		Φρεάτιο		Ευκάλυπτος
	Σημείο Πολυγωνομετρίας		Οικοδομική γραμμή		Πυροσβεστικός κρουστός		Ελιά
	Χαρακτηρισμός ορφωνών στέγης κτηρίων		Πινακίδα Κ.Ο.Κ.		Ράμπα		Κυπαρίσσι
	Στύλος Δ.Ε.Η.		Κάγκελο ή κολωνάκια		Αλλαγή υλικού οδοστρώματος		Πεύκο
	Στύλος Ο.Τ.Ε.		Συρματόπλεγμα		Διαγράμμιση οδού		Νεραντζιά
	Κολόνα Φωτισμού		Μανδρόταχος		Κράσπεδο		Κέδρος
	Πινακίδα πληροφοριακή		Σχάρα		Παρτέρι		Κουτσουπά
	Καφάο ΟΤΕ Φρεάτιο ΟΤΕ		Παγκάκι		Κτίσμα Πρόβολος κτίσματος		Δέντρο
	Φρεάτιο Ο.Α.Π.		Φωτεινή σηματοδότηση		Θέση φωτογραφίας		
	Δασικός Χάρτης (ΦΕΚ 45/Δ/02020)		Όριο αναστολής οικοδομικών εργασιών ΦΕΚ 177/Α/15-9-2020				

Εικόνα 100 Υπόμνημα Ο.Τ.142α-143

- Οποιαδήποτε πληροφορία περιλαμβάνεται στο τοπογραφικό διάγραμμα με τη μορφή κειμένου, συντάσσεται ώστε τα γράμματα να αναγράφονται οριζόντια (κάθετα στον άξονα γ). Εξαιρέση μόνο αποτελούν οι τετμημένες του διαγράμματος (αρίθμηση του άξονα x) που αναγράφονται κάθετα στον άξονα x. Επίσης οι ονομασίες των οδών αναγράφονται στη διεύθυνση τους κατά μήκος του άξονά τους.
- Είναι απαραίτητη η ονομασία των κορυφών του πολυγώνου που ορίζουν την ιδιοκτησία. Αυτό γίνεται είτε με γράμματα είτε με αριθμούς.
- Πινακίδα: Το μέγεθος της πινακίδας είναι διαστάσεων σελίδας Α4 και βρίσκεται πάντα τοποθετημένο στην κάτω δεξιά γωνία του διαγράμματος εκτός κανάβου. Στην πινακίδα περιέχονται τα ακόλουθα στοιχεία :

- Το είδος του έργου.
 - Το ονοματεπώνυμο του εργοδότη ή του/των ιδιοκτήτη/των και τα ποσοστά συνιδιοκτησίας τους.
 - Η θέση του ακίνητου (οδός, αριθμός, οικοδομικό τετράγωνο, Δήμος, Νόμος).
 - Ο τίτλος του διαγράμματος.
 - Τα εμβαδά των ιδιοκτησιών που απεικονίζονται.
 - Ο αριθμός του διαγράμματος (αν το συγκεκριμένο έργο περιλαμβάνει περισσότερα από ένα διαγράμματα).
 - Η κλίμακα εκτύπωσης.
 - Η ημερομηνία αποτύπωσης (όχι σχεδίασης – παράδοσης).
 - Το ονοματεπώνυμο του μηχανικού.
 - Η σφραγίδα και η υπογραφή του μηχανικού.
- Κανάβο. Ο κανάβος είναι ένα πλέγμα γραμμών οριζόντιων και κάθετων σε απόσταση πάντοτε 10cm η μια από την άλλη, ανεξάρτητα από την κλίμακα εκτύπωσης. Οι οριζόντιες γραμμές υλοποιούν τον άξονα x , ενώ οι κάθετες σε αυτές, τον άξονα y . Η αρίθμηση του κανάβου γίνεται σε ακέραιες ενδείξεις ανάλογα με την κλίμακα εκτύπωσης και σε ακέραια πολλαπλάσια του πραγματικού μεγέθους του ενός κανάβου. Η αρίθμηση του κάθε άξονα είναι ανεξάρτητη.
 - Προσανατολισμός : Το τοπογραφικό διάγραμμα πρέπει να είναι προσανατολισμένο. Στο κρατικό σύστημα αναφοράς ο θετικός άξονας των τεταγμένων (y) όπου υλοποιεί τη διεύθυνση που ορίζεται από την αρχή του συστήματος. Το σύμβολο της διεύθυνσης προς τον βορρά, σχετίζεται πάντοτε πάνω στο διάγραμμα στην ορθή του θέση.
 - Τους όρους δόμησης του ακινήτου ή της περιοχής που αυτό βρίσκεται. Είναι διαφορετικοί για κάθε περιοχή και παραχωρούνται από τα αρμόδια Πολεοδομικά γραφεία των Νομαρχιών ή των Δήμων.
 - Πίνακα των καρτεσιανών συντεταγμένων x,y των σημείων που απεικονίζουν τα όρια της ιδιοκτησίας ή των ιδιοκτησιών. Από αυτές θα προκύψουν και τα εμβαδά των ιδιοκτησιών με τη χρήση της αναλυτικής σχέσης.
 - Υπεύθυνη δήλωση μηχανικού του Ν.651/77.
 - Το γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς και η προβολή του σχεδίου που χρησιμοποιείται οριζοντιογραφικά .
 - Απόσπασμα από το εγκεκριμένο ρυμοτομικό σχέδιο της περιοχής όπου θα εμφανίζεται ολόκληρο το οικοδομικό τετράγωνο και η συγκεκριμένη ιδιοκτησία.

Τα επίπεδα σχεδίασης (layers) που δημιουργήθηκαν και η επιλογή των διαφορετικών τύπων γραμμών και συμβόλων είναι σύμφωνα με τις σύγχρονες προδιαγραφές ενός τοπογραφικού σχεδίου, όπως αυτές καθορίζονται από το Εθνικό Κτηματολόγιο (Εικόνες 101,102).

S...	Name	O...	Fre...	L...	Color	Linetype	Lineweig...	Trans...	Plot St...	P...	N...	D
0	#ΕΔΑΦΟΣ 3# Υπό μετρο...				31	Continu...	—	Defa...	0	Color_31		
	allagi ulikou dromou				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	apothikes				8	Continu...	—	Defa...	0	Color_8		
	Apoxeteusi				254	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	BORRAS				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Defpoints				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	dej				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	DENTRO				62	Continu...	—	Defa...	0	Color_62		
	dromos				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	DTM				21	Continu...	—	Defa...	0	Color_21		
	elia				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	fotini simatodotisi				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	fotistiko				yel...	Continu...	—	Defa...	0	Color_2		
	freatio agnosto				30	Continu...	—	Defa...	0	Color_30		
	gipedo_tennis				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	hatch				85	Continu...	—	Defa...	0	Color_85		
	HIDE				yel...	Continu...	—	Defa...	0	Color_2		
	ixnos dromou				9	Continu...	—	Defa...	0	Color_9		
	kafao				8	Continu...	—	Defa...	0	Color_8		
	kagkelo				wh...	FENCELL...	—	Defa...	0	Color_7		
	kagkeloporta				23	Continu...	0.60...	0	Color_23			
	kanabos				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	kerkides				253	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	kolona fvismou				170	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	koutsoupia				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	kraspedo				8	Continu...	0.30...	0	Color_8			
	ktirio				wh...	Continu...	0.30...	0	Color_7			
	mantrotioxos				32	Continu...	—	Defa...	0	Color_32		
	monopati				26	Continu...	—	Defa...	0	Color_26		
	ombrial				cyan	DASHED2	—	Defa...	0	Color_4		
	orio keramoskepisi				12	Continu...	—	Defa...	0	Color_12		
	PAGAKI				32	Continu...	—	Defa...	0	Color_32		
	parteri				85	Continu...	—	Defa...	0	Color_85		
	petrini vrisi				154	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	Pinakas-Syntetagmenon				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Pinakas-Syntetagmenon...				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	pinakida				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		

Εικόνα 101 Ιδιότητες των layers των σχεδίων

S...	Name	O...	Fre...	L...	Color	Linetype	Lineweig...	Trans...	Plot St...	P...	N...	Descr
	Pinakas-Syntetagmenon				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Pinakas-Syntetagmenon...				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	pinakida				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Points				252	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	Points ground				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Points ground tennis				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	Points_dentra2				red	Continu...	—	Defa...	0	Color_1		
	simatoplegma				red	WIRE	—	Defa...	0	Color_1		
	skalopatia				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	STASEIS				ma...	Continu...	—	Defa...	0	Color_6		
	STEGASTRA				220	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	Stilos OTE				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	text				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	TEXT_KT				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	THAMNOS				62	Continu...	—	Defa...	0	Color_62		
	TITLOS				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	ΥΡΟΜΝΗ				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	ΓΗΠΕΔΑ				wh...	Continu...	0.00...	0	Color_7			
	Δασικός Χάρτης				60	Continu...	—	Defa...	0	Color_60		
	ΔΕΝΤΡΑ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	ΕΛΑΤΟ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	εξωστες				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	ΕΥΚΑΛΥΠΤΟΣ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	Θέση φωτοληψίας				red	Continu...	—	Defa...	0	Color_1		
	ΚΥΠΑΡΙΣΣΙ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	ΝΕΡΑΝΤΣΙΑ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	οκαδομική γραμμή				red	Continu...	0.30...	0	Color_1			
	Όριο αναστολής οικοδο...				red	DIAK3	—	0.35...	0	Color_1		
	ΠΕΥΚΟ				114	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	πινακίδα				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	πυροσβεστικός κρουσός				red	Continu...	—	Defa...	0	Color_1		
	ράμπτα				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	ραμμοτομική γραμμή				gr...	Continu...	0.30...	0	Color_3			
	ΣΗΜΕΙΑ				120	Continu...	—	Defa...	0	Color_...		
	ταμμεντόστρωση				8	Continu...	—	Defa...	0	Color_8		
	Υπόβαθρο Google Earth				wh...	Continu...	—	Defa...	0	Color_7		
	ΥΨΟΜΕΤΡΑ				11	Continu...	—	Defa...	0	Color_11		

Εικόνα 102 Ιδιότητες των layers των σχεδίων

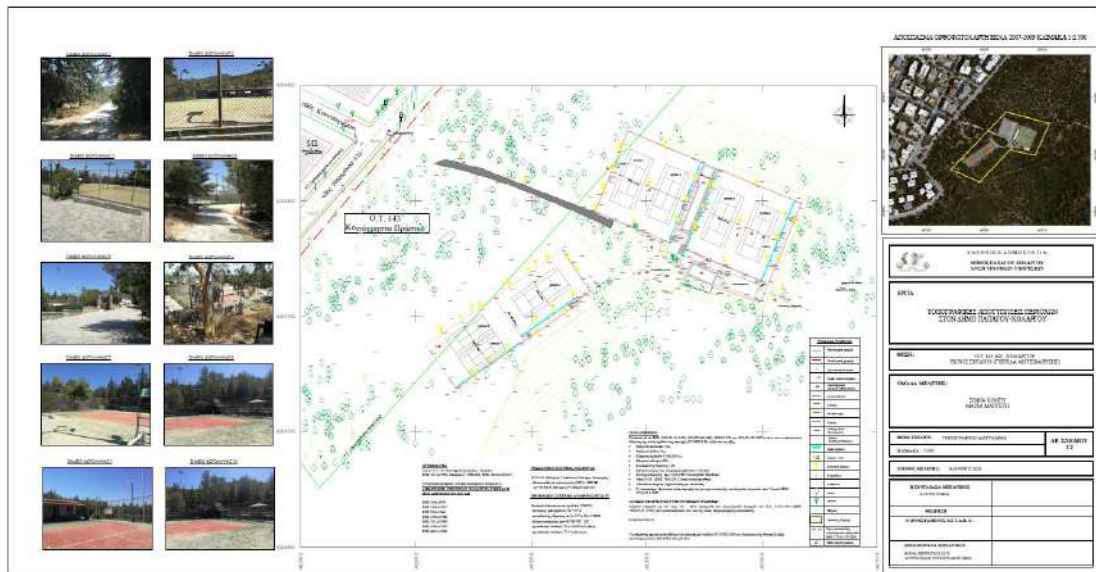
Έχοντας υπόψιν τις τεχνικές προδιαγραφές για την σύνταξη ενός τοπογραφικού σχεδίου καθώς και τις οδηγίες από την τεχνική υπηρεσία του Δήμου Παπάγου – Χολαργού η τελική μορφή των τοπογραφικών διαγραμμάτων έγινε ως εξής (Εικόνες 103-108).



Εικόνα 103 Τοπογραφικό διάγραμμα Ο.Τ.142α και 143 σε μορφή αρχείου pdf



Εικόνα 104 Τοπογραφικό διάγραμμα Ο.Τ.142α και 143 στο λογισμικό AutoCAD



Εικόνα 105 Τοπογραφικό διάγραμμα τένις Ο.Τ.143 σε μορφή αρχείου pdf



Εικόνα 106 Τοπογραφικό διάγραμμα τένις Ο.Τ.143 σε λογισμικό AutoCAD



Εικόνα 107 Τοπογραφικό διάγραμμα Ο.Τ.190α σε μορφή αρχείου pdf



Εικόνα 108 Τοπογραφικό διάγραμμα Ο.Τ.190α σε λογισμικό AutoCAD

Τα τοπογραφικά διαγράμματα θα παραδοθούν στην τεχνική υπηρεσία του Δήμου Παπάγου-Χολαργού και η χρησιμότητά τους μπορεί να είναι για μελλοντικές μελέτες όπως:

- Μελέτες οδοποιίας και συγκοινωνιακά έργα
- Μελέτες κτιριακών έργων
- Στα συστήματα GIS (Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών)
- Μελέτες υδραυλικών έργων (ύδρευση, αποχέτευση κ.λπ.)

6. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1. Προβλήματα

Στα πλαίσια της εργασίας τα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν ήταν τα εξής :

Αρχικά λόγω δυσκολιών πρόσβασης στα τριγωνομετρικά ΓΥΣ της περιοχής, ιδρυθήκανε τριγωνομετρικά σημεία με στατικές μετρήσεις και με συνόρθωση μέσω ιδιωτικού δικτύου σταθμών (CivilShop Net) καθώς και με επαλήθευση των μετρήσεων από τον μόνιμο σταθμό που βρίσκεται στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής στο Αιγάλεω, ο οποίος είναι ενεργός όλο το 24ωρο και τα δεδομένα του είναι διαθέσιμα μέσω του διαδικτύου.

Ο.Τ.142α-143

Κατά το στάδιο των μετρήσεων υπήρχαν ορισμένες δυσκολίες λόγω της πυκνής βλάστησης κατά τμήματα, καθώς έπρεπε να γίνει η κατάλληλη επιλογή των κορυφών της όδευσης .Για τον ίδιο λόγο δεν υπήρχε εύκολη ορατότητα για την αποτύπωση σημείων λεπτομέρειας.

Ο.Τ. 143 Όμιλος αντισφαίρισης Χολαργού

Στον Όμιλο αντισφαίρισης υπήρχε δυσκολία για την επιλογή κάποιας πολυγωνικής όδευσης λόγω της διαμόρφωσης των εγκαταστάσεων και της έντονης βλάστησης.

Ο.Τ. 190α

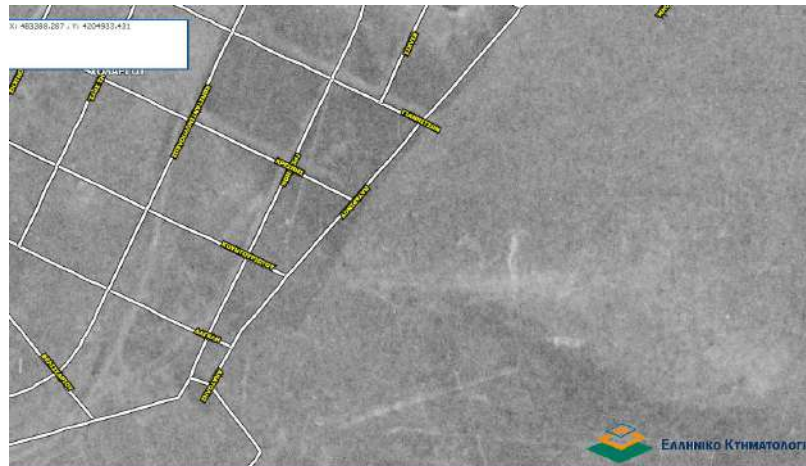
Δεν υπήρχε εύκολη δυνατότητα πρόσβασης στο εσωτερικό του γηπέδου καλαθοσφαίρισης το οποίο ήταν περιγραφόμενο και διενεργόντουσαν εργασίες. Επίσης υπήρχαν ορισμένες δυσκολίες λόγω της πυκνής βλάστησης κατά τμήματα, καθώς έπρεπε να γίνει η κατάλληλη επιλογή των κορυφών της όδευσης .Για τον ίδιο λόγο δεν υπήρχε εύκολη ορατότητα για την αποτύπωση σημείων λεπτομέρειας.

6.2. Συμπεράσματα

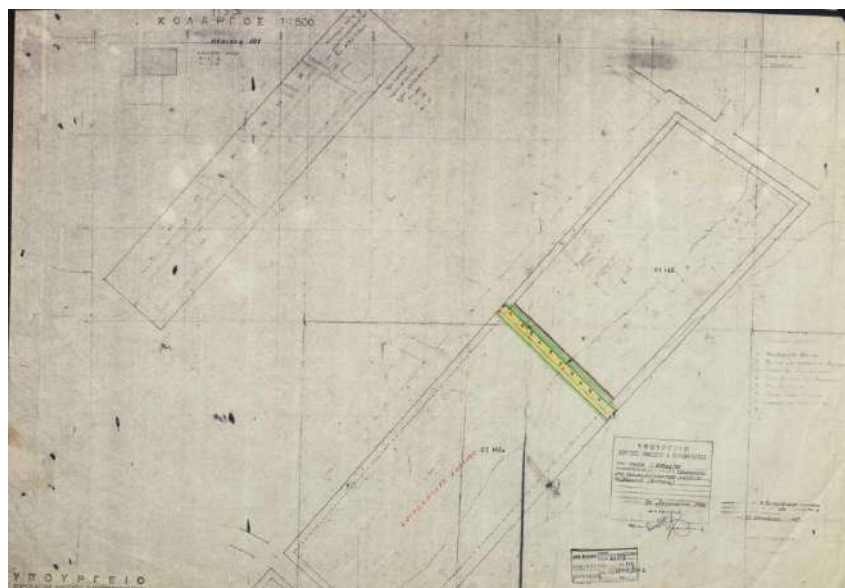
Ο.Τ. 142α και 143 επί των οδών Ναυαρίνου και Ανατολής και γήπεδα αντισφαίρισης του Ομίλου Αντισφαίρισης Χολαργού

- Οι ρυμοτομικές γραμμές του Π.Δ. 27-01-1953 (ΦΕΚ 19/Α/31-01-1953) στην περιοχή μελέτης προσαρμόστηκαν στην διαμορφωμένη κατάσταση των περιφράξεων (επί της οδού Ναυαρίνου και Ανατολής) με την οποία υπήρχε καλή σύγκριση, τυπικής αποκλίσεως περί των 0,20-0,30μ.
- Υφίσταται τροποποίηση του ρυμοτομικού σχεδίου με το ΦΕΚ 511/Δ/1983 και δημιουργείται πεζόδρομος στο βόρειο τμήμα του Ο.Τ. 142α (Εικόνα 109).

- Δεν βρέθηκαν επί του εδάφους σήμανση των κορυφών των Ο.Τ. 142α και 143
- Η αποτύπωση των δέντρων εντός των Ο.Τ. 142α και 143 ανέδειξε την ύπαρξη πλήθους ελαιόδεντρων, κυρίως εντός του Ο.Τ. 142α και στο βόρειο τμήμα του Ο.Τ. 143. Με εξέταση διαθέσιμων αεροφωτογραφιών της περιοχής αποδεικνύεται ότι τα ελαιόδεντρα δεν υπήρχαν το 1945 αλλά φυτεύτηκαν την δεκαετία του 1950.



Εικόνα 109 Αεροφωτογραφία Ο.Τ.142α-143 του 1945-1960



Εικόνα 110 Απόσπασμα του ρυμοτομικού για την δημιουργία πεζοδρόμου ΦΕΚ 511/Δ/83

Ο.Τ. 190α (Άλσος – παιδική χαρά) επί των οδών Ναυαρίνου και Καραολή & Δημητρίου

- Στα όρια του Δήμου Παπάγου-Χολαργού με τον Δήμο Αγίας Παρασκευής, εμφανίζονται σημαντικά λάθη υλοποίησης της ρυμοτομίας.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αποστολάκης Κ. (1991), Τοπογραφία, Πειραιάς: Εκδόσεις Σταμούλης

Καλτσίκης Χ.Ι., Φωτίου Α. (1990), Γενική Τοπογραφία, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη

Καρανικόλας Ν. (2010), Η Εκτίμηση των Ακινήτων, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα

Λάμπρου Ε., Πανταζής Γ. (2010), Εφαρμοσμένη Γεωδαισία, Δεύτερη Έκδοση, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη

Παναγιωτόπουλος Ε., Καριώτης Γ., Συμεωνίδης Π. (2010), Εφαρμοσμένη Τοπογραφία- Τόμος Β, Δεύτερη Έκδοση, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Δίσιγμα

Φωτίου Α., Πικριδάς Χ. (2012), GPS και Γεωδαιτικές Εφαρμογές, Δεύτερη Έκδοση, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Ζήτη

Πληροφορίες από τον παγκόσμιο Ιστό Πληροφοριών (www)

<https://eclass.uniwa.gr/modules/document/index.php?course=TOP119&openDir=/525d5554cf08>

<http://gis.epoleodomia.gov.gr/v11/>

<http://gis.ktimanet.gr/wms/ktbasemap/default.aspx>

http://gpsmet.tg.teiath.gr/gps_station/

https://issuu.com/cpdcollectiveplanningdesign/docs/_dimos-papagou_xolargou_rev

<https://www.civilshop.gr/>

<https://www.dpapxol.gov.gr/dimos.html>

<https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-seeber-g-satellite-geodesy-2003.pdf>

<http://www.geometriki.com/site/>

<https://www.hemispheregnss.com/>

<https://www.hepos.gr/>

<https://www.stonex.it/>

<https://www.taxspirit.gr/xrisima/xartis-timon-zonis-attikis-gia-enfia-ktl.html>